A MANUAL

OF

ELEMENTARY CHEMISTRY

THEORETICAL AND PRACTICAL

BY

BALAJI PRABHAKAR MODAK

First Assistant Master and Teacher of Chemistry
Rajaram High School, Kolhapur.



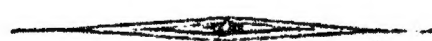
VOLUME I.

SECOND EDITION

With numerous additions and illustrations.

Registered under Act XXV of 1867.

POONA.



Price Rs. 2½.



1876.

Printed at the "Dnyan Prakash" Press.
1st November 1876.

रसायनशास्त्र.

पूर्वार्ध.

हा ग्रंथ

बाळाजी प्रभाकर मोडक

कोलापूर येथील राजाराम हायस्कूलचे फर्स्ट असिस्टंट मास्तर आणि रसायनशास्त्राचे शिक्षक ह्यांनीं अनेक इंग्रजी ग्रंथांच्या आधारानें मराठी वाचकांच्या उपयोगाकरितां रचिला.

तो

पुष्कळ आकृतींसहित

पुणें येथें

'ज्ञानप्रकाश' छापखान्यांत छापिला.

सन १८७६

आवृत्ति दुसरी.

किमत २॥ रुपये.

TO

PROFESSOR SAMUEL COOKE,

B. A., L. C. E., F. R. G. S. I.

Professor of Chemistry and Geology
in the Civil Engineering College

POONA.

THIS WORK IS DEDICATED

In token of respect and esteem

by his grateful pupil

the Author.

मे. प्रोफेसर साम्युअल कुक साहेब बहादूर

बी. ए. एल्. सि. इ. एफ. आर.

जी. एस. आय.

पुणें येथील सिव्हिल इंजिनियरिंग कालेजांतील

रसायन व भूगर्भशास्त्र ह्यांचे गुरु

ह्यांस

हा ग्रंथ

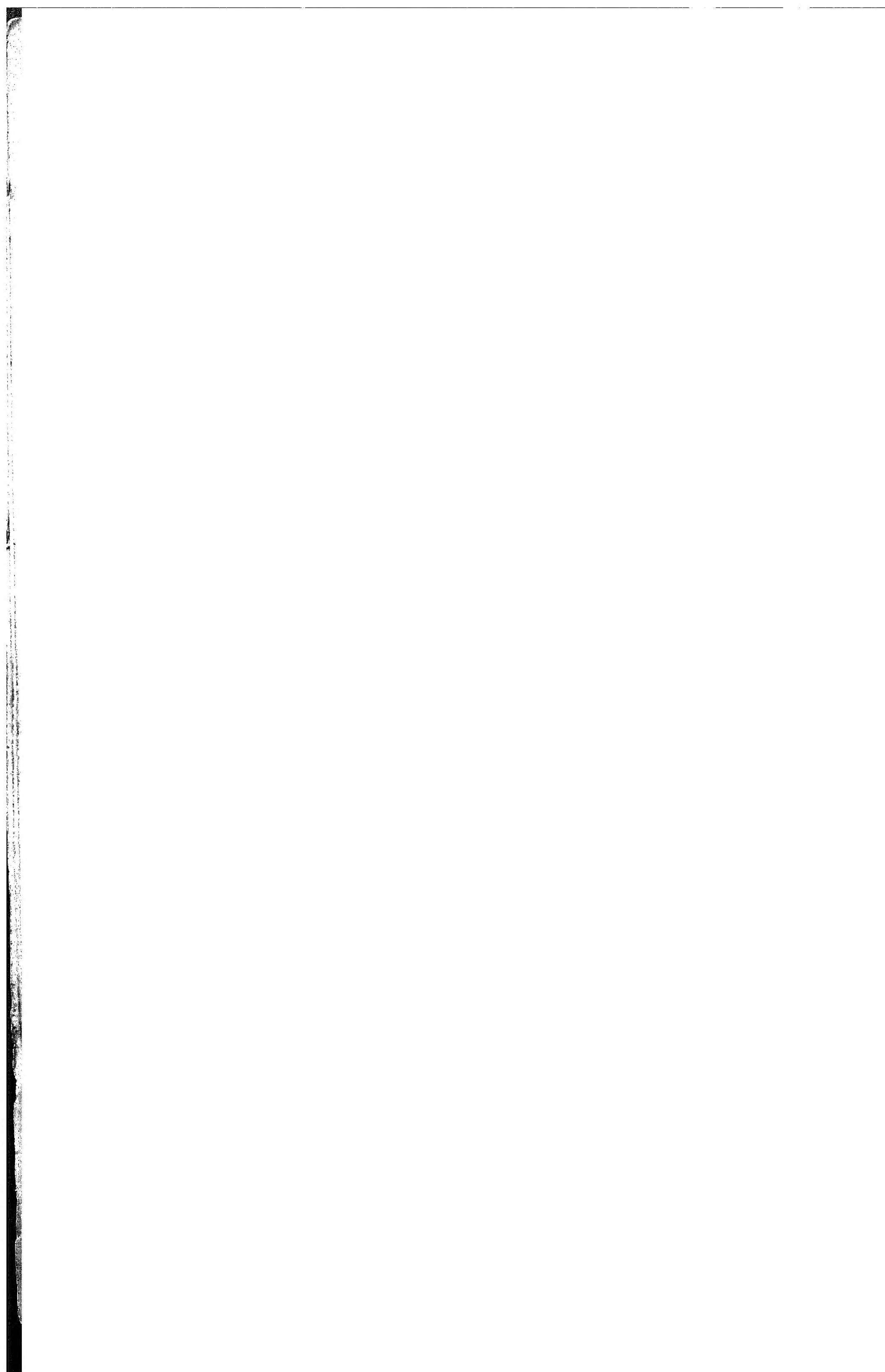
त्यांचा आभारी शिष्य

ग्रंथ कर्ता

ह्यानें

सन्मान व सत्कारपूर्वक

नजर केला असे.



PREFACE.



I have so clearly set forth in the Marathi preface the object of the volume which I now present to the public, and the circumstances under which it was written, that I need not repeat the same here. I take this opportunity to tender my sincere thanks to Mr. Chatfield, the Director of Public Instruction, for the liberal patronage he has given to this work. I am also under obligations to Colonel Schneider, Political Agent Kolhapur and S. M. C., to Mr. Browning, Inspector General of Education, Central Provinces, and to Major Westropp, assistant Political Agent S. M. C., who have extended their patronage to this humble production. I must likewise thank several gentlemen in the various Marathi-speaking quarters, who have purchased copies of this book. When I commenced the work, I never expected such a favourable reception of it at the hands of the authorities and of the public, seeing the apathy generally shown to the study of chemistry. I am however glad to find that the public have begun to appreciate the importance of Physical Science and to take interest in it. It is however to be regretted that the claims of Physics and Chemistry, to be among the recognized subjects of national education, have heen, up to this time, disregarded in this country. There are neither Science-schools nor Science-Colleges. These subjects do not form part of the vernacular course; nor do they occupy a prominent part in the curriculum of the Vernacular Training Colleges. Very little is done either by Government or by private support to advance Physical research. In a country like India, where the Physical arts have been so backward, where the people are so utterly ignorant of the causes and laws of the various natural phenomena

which surround them, where religion, seconded by superstition, plays such a conspicuous part, and where the tendency to ascribe every thing to supernatural causes is so much strengthened by the grand and terrible aspect which nature presents,the study of the physical sciences is imperatively needed. For this study is sure to advance the physical arts,to explain the causes of the different natural phenomena, cognizable here, and to drive out from our minds superstitious beliefs, by proving that nature is governed by some fixed and invariable laws. Besides there is no other science which affords such ready materials for developing the faculties of the human mind and for furthering the ultimate aim of general education. There is no other science which has, in such a short space of time, exerted such a decisive and beneficial influence on the progress of civilization. In the interests, therefore, of the physical sciences and of general education I advocate the introduction of this study into the scheme of national education in this country, and urge the claims of the above sciences to be placed, if not on higher, at least on an equal footing with reading, writing and arithmetic on three principal grounds. In support of two of the above grounds I cannot do better than quote Professor Loewly's remarks on this subject :—

" But the greatest sunport for this recommendation of Physics is derived from the fact, that no kind of human knowledge is so intimately connected with our earliest experiences. The very growth of the faculties of a child depends on physical phenomena. As soon as its eyes are opened, it is a physical observer, and soon, although uuconsciously, becomes a physical experimenter, the range of its experiments constantly extending as the child grows. Each moment in the very earliest life adds to the clearness of the primary conceptions, which are at first confused and incorrect. The child soon learns to distinguish between solid and liquid, between hot and cold bodies, between light and darkness. The ear at the same time lays in a store of

experiences on sound. The years of boyhood enrich the amount of physical knowledge immensely, and by a thousand instances, each of which is nothing else but a physical experiment, the boy beoomes acquainted with a vast range of physical facts. He experiments on the weight, hardness, rigidity of bodies ; on the rebound of a marble or a cricket ball ; on the motion of bodies projected in different ways ; he learns music, or is delighted with the echo of the mountains or forest ; he makes experiments on reflection and refraction of light ; observes colours, studies the effect of a burning glass, plays with small magnets, and rubs sealing wax on other bodies to observe electrical attraction. These experiences possess, of course, no inherent connection : the boy *sees* merely, he does not think, or thinks erroneously, but there is stored up in this manner a vast material, even in the dullest mind, on which to work so as to bring out our highest faculties. In not one of the sciences which have the study of natural phenomena for its object, stands the teacher upon so well prepared a ground for the purposes of education—a ground which only requires conscientious labour to bring forth the best and most valuable of fruits.

But it is also urged upon another ground of a more utilitarain character, that Physics—and here I must include Chemistry—should form wide-spread subjects of education. The present century has seen discoveries in Physics, which have not only exerted a most decisive and favourable influence upon our whole culture, but which have led to so great and novel gegeneral principles in Physics, that those who are best able to judge of the range of these principles, express an opinion that we are only at the beginning of a great era of still more astounding discoveries. That facts and principles of so vast promise and importance should, by means of the various channels of national education, become the common possession of all classes, has very naturally been the most anxious desire not

only of distinguished men of science, but also of enlightened statesmen over the civilized world ; for it is seen at once that a sound knowledge of these facts and principles would most probably stir up mankind to make new exertions for discovering still unknown realms of science."

When the claims of this subject are thus readily allowed in the civilized countries of Europe, they must be allowed with still greater force in a country like India, which can not claim the credit of having made a single discovery in Physical Science and which has yet so much to learn from the Western nations in that department.

The third is a local ground, but is not, on that account, to be considered less forcible. It is now generally admitted that the general aspects of nature exercise a very great influence on the mind of man. When they are grand and terrible, they inflame the imagination and dwarf the understanding. India abounds in grand aspects as well as in grand natural phenomena. Besides the great dangers incidental to tropical climates, such as hurricanes, tempests, droughts, pestilenees &c. there are the loftiest mountains like the Himalayas, mighty rivers like the Ganges and the Indus, vast jungles and dreary and boundless deserts. India is surrouuded on either side by great seas which are constantly swept by tempests; and the coast line has but a few safe and capacious harbours. These have produced their natural effects, and have given a particular turn to our religion, arts and literature. These naturally convince man of the great force and majesty of nature and of his own insignificance and inability to cope with the her forces. When man feels himself incompetent to avert or control certain dangers, or when he is unable to explain certain natural phenomena, he ascribes them to supernatural causes and begins even to worship them. It is this blind belief in a supernatural agency, which has given rise to our innumerable superstitious

beliefs, which has divided the nation into so many castes, which has created such an unbounded reverence for old institutions and customs, and which has, more than all this, discouraged the spirit of inquiry and produced intellectual stagnation. The Hindoos have never made any attempt to generalize natural phenomena and investigate the laws by which they are governed. The study of Physical Science alone can dispel the darkness of ignorance which superstition has cast on the Hindoo mind, and it is the legitimate duty of those, who are the constituted guardians of our national education, to see that the study of the physical sciences is brought to bear on the regenerated Hindoo mind, in order to place it in a fair way of intellectual advancement.

High School Laboratory,

Kolhapur 20th October 1876.

B. P. Modak.

शिळेवर छापलेल्या पहिल्या आवृत्तीची

प्रस्तावना.

या इलाख्यांत सरकारी शाळा स्थापन झाल्यावर बरेच दिवस मराठी शाळांत शिक्षणाच्या इयत्ता ठरविलेल्या नसल्यामुळें शाळांवरील मास्तर व इन्स्पेक्टर यांजकडेसच लोकांच्या मर्जीप्रमाणें शिक्षणक्रम ठरविण्याचें सोंपविलें होतें. तेव्हां जें शिक्षण मिळे तें मोडी व बालबोध वाचन, मोडी अक्षर लिहिणें आणि गणित याहून ज्यास्त नसे. यानंतर व्याकरण, इतिहास आणि भूगोल हे विषय सुरू झाले. पुढें मे० ग्रांट साहेबांच्या वेळीं शिक्षणक्रमाच्या इयत्ता ठरल्या. त्यांत विशेष फेरफार नसून विषय सर्व इयत्तांत चांगले रीतीनें वांटले गेले होते. त्या नंतर मेहेरबान पील साहेब माजी डायरेक्टर यांनीं इयत्तांत फेरफार करून कांहीं इयत्ता वाढविल्या. त्या वेळीं मराठी सहाव्या इयत्तेंत कांहीं ज्यास्त इतिहास घातला आणि राज्यरीतीचें तांत्रिक ज्ञान आणि फिझिकल जाग्रफी (सृष्टिज्ञानपरिभाषा) हे नवीन विषय घातले. हा शेवटला विषय कोणत्या रीतीनें मुलांस शिकवितात आणि खुद्द मास्तरांस देखील याचें ज्ञान कितपत असतें हें इन्स्पेक्टर व मुलकी परीक्षा घेणारे मेंबर यांस चांगलें माहीत असेलच. अद्यापि मराठी शिक्षणक्रमांत सिद्धपदार्थविज्ञान आणि रसायनशास्त्र यांपैकीं कांहीं विषय घातले नाहींत. या शास्त्रांतील मुख्य मुख्य गोष्टींचें ज्ञान मुलांस व्हावें, व याचा प्रसारही लोकांत व्हावा, या उद्देशानें मराठी क्रमिक पुस्तकांत शास्त्रीय विषयांवर बरेच धडे घातले आहेत; परंतु ही गोष्ट मोठी दुःखाची आहे कीं, ते धडे मुलांस यथार्थ समजून देण्याचें ज्ञान थोड्याच मास्तरांस असतें. यांत मास्तरांचाच दोष सर्वस्वी आहे असें म्हणतां येत नाहीं. मास्तर लोक तयार करण्याकरितां जीं विद्यालयें मुद्दाम स्थापन केलेलीं आहेत, त्या स्थळींही हे विषय शिकविण्याची तजवीज चांगली केलेली नाहीं. हायस्कुलांत देखील दोन तीन

वर्षांपूर्वी हे विषय चांगले रीतीनें शिकविण्याची मारामार होती, आणि अद्यापही सर्व हायस्कुलांत या संबंधी सुधारणा झाल्याचें दिसत नाहीं. ट्रेनिंग कालेजांच्या शिक्षणक्रमांत रसायनशास्त्र, सिद्धपदार्थविज्ञान, भूगर्भशास्त्र वगैरे कांहीं विषय पूर्वी नव्हते. कांहीं वर्षांपूर्वी मे० पील साहेबांनीं भूगर्भशास्त्र ट्रेनिंग कालेजांत शिकवावें असें ठरविलें होतें, परंतु त्यावर अद्याप मराठींत ग्रंथ नसल्या कारणामुळें म्हणा, अगर योग्य शिकविणारे मिळत नसल्यामुळें म्हणा, तो विषय चांगला शिकविला जात नाहीं. निदान आलीकडे जे नवीन तयार झालेले मास्तर पाहण्यांत येतात, त्यांस ग्रानाइट, कांच मणी, गार, स्लेट, दगडीचा दगड, चुन्याचा दगड, इत्यादि मुख्य पाषाण देखील ओळखितां येत नाहींत. आलीकडे याच्या जागीं केरोपंती पदार्थविज्ञान शिकविण्याचें सुरू केलें आहे असें ऐकितों; परंतु या शाळांच्या परीक्षा युनिव्हार्सिटीकडे किंवा स्वतंत्र कमेटयांकडे नसल्यामुळें या विषयांकडे पोंचावें तसें लक्ष अद्याप पोंचत नाहीं. सारांश हा काळ पावेतों मुख्य मराठी शाळांत व ट्रेनिंग कालेजांत पदार्थविज्ञान शिकविण्याची चांगली सोय झाल्याची दिसत नाहीं. हा महत्वाचा विषय शिक्षणक्रमांत घालून मराठी सहाव्या इयत्तेत म्याट्रिक्युलेशन परीक्षे इतकें पदार्थविज्ञानाचें ज्ञान अवश्य केल्यावांचून याचें ज्ञान लोकांत पसरण्याचा फारसा संभव नाहीं. बंगाल इलाख्यांत असा प्रकार आढळत नाहीं. तिकडे एतद्देशीय भाषेंतील शिक्षणक्रमांत हा विषय असून यावर ग्रंथ करणारास सरकारांतून उत्तेजन मिळतें. या इलाख्यांतही नवीन ग्रंथांस बक्षिसें देतात, परंतु दक्षिणाप्राइज कमेटीकडून किंवा विद्याखात्याकडून अमुक शास्त्रीय विषयावर ग्रंथ केल्यास अमुक बक्षीस मिळेल अशी जाहिरात कधीं प्रसिद्ध झाल्याचें ऐकण्यांत नाहीं.* मराठी भाषेंत तर्कशास्त्र, अर्थशास्त्र, रसायनशास्त्र, पदार्थविज्ञान इत्यादि शास्त्रीय विषयांवर एकही चांगला ग्रंथ नाहीं. तरी कादंबऱ्या व कविता यांच्या पलीकडे सरकारचें लक्ष जात नाहीं. सारांश या विषयाच्या ज्ञानाचा प्रसार साधारण लोकांत करण्याकरितां अद्याप म्हणण्याजोगा यत्न शाळाखात्याकडून झाला नाहीं.

---

* ही प्रस्तावना नुकत्या प्रसिद्ध झालेल्या जाहिरातीच्या अगोदर लिहिलेली आहे हें लक्षांत आणलें पाहिजे.

रसायनशास्त्राचें ज्ञान करून घेण्यास जी ग्रंथाची मोठी उणीव आहे ती काढून टाकण्याच्या उद्देशानें हा ग्रंथ लिहिला आहे. या शास्त्रावर हरी केशवजी व नारायण दाजी यांचे ग्रंथ आहेत, परंतु पहिला तर अध्ययन करण्याच्या मुळींच उपयोगी नाहीं. दुसरा चांगला आहे, परंतु त्यांत विषयाचें प्रतिपादन फारच तांत्रिक असून बारा वर्षांपूर्वीं छापला असल्यानें त्यांत आलीकडील अनेक शोधांचा समावेश झालेला नाहीं; आणि साधारण वाचकांस मनोहर व चमत्कार वाटण्याजोगे प्रयोग त्यांत नसून रसायनशास्त्रापासून निघालेल्या ज्या कला त्यांचें दिग्दर्शनही त्यांत केलेलें नाहीं. या सर्व गोष्टींचा समावेश ज्यांत केला आहे अशा पुस्तकाचें जें न्यून आहे, तें नाहींसें करावें हा प्रस्तुत ग्रंथ लिहिण्याचा एक उद्देश होय.

कलाकौशल्याची वृद्धि आपल्या देशांत व्हावी एतद्विषयीं आलीकडे लोक फार झटून यत्न करूं लागले आहेत. कोणीं आगकाड्या करण्याचा यत्न चालविला आहे. कोणी साबू व मेणबत्या करण्याविषयीं खटपट करीत आहेत. कोणी एतद्देशीय चाकू, कात्र्या, कागद, कांचेचीं व चिनी भांडीं करणारांस बक्षिसें देण्याचें योजितात. कोणीं एतद्देशीय कलाकौशल्यांच्या पदार्थांचीं प्रदर्शनें काढितात. परंतु यांपैकीं अद्याप एकही यत्न चांगला सिद्धीस गेला नाहीं, आणि अजून एकही एतद्देशीय पदार्थ काशीपासून तहत रामेश्वरापर्यंत विकण्यास रवाना होत नाहीं; आणि कोणत्याही यःकश्चित् पदार्थाच्या उत्पत्तींतही युरोपाशीं टक्कर मारण्याचें व रिकामे होऊन अन्न अन्न करीत फिरणाऱ्या कारागिरांस अन्नास लावण्याचें सामर्थ्य लवकर येण्याचीं सुचिन्हें आम्हांमध्यें दिसत नाहींत. आगगाडी, हैड्रालिक प्रेस, (ज्यानें कापसाचे गठ्ठे चेपून आवळले जातात), साजिन [कापसाचे चरक] व इतर गिरण्या वगैरे वाफेचीं यंत्रें, तारायंत्र, धुवट कपडे, चिटें, सोडावाटरचें यंत्र, तसबिरी काढणें वगैरे शेंकडो गोष्टी कांहीं अद्भुत चमत्कार व गुढें आहेत असें लोक अद्याप समजतात. या सर्वांचें कारण हेंच आहे कीं, ज्यांपासून या कला व हे चमत्कार निघाले आहेत, त्या शास्त्रांचें ज्ञान लोकांत पसरून त्यांची अभिरुचि लोकांस लागली नाहीं, व शास्त्रीय सिद्धांतांचा खरेपणा प्रयोगद्वारा पाहण्याचा नाद लागला नाहीं. कलाकौशल्याची

वृद्धि होण्यास व याविषयीं शोध करण्याचा नाद लागण्यास लोकांस शास्त्रज्ञानच झालें पाहिजे. मेणबत्ती, साबू, आगकाड्या वगैरेंच्या घटकांचीं प्रमाणें एकाद्या बुकांतून घेऊन ते पदार्थ करीन, असें कोणी म्हणेल तर दसपट काळांतही तो त्याचा यत्न सिद्धीस जाणार नाहीं. त्यास पदार्थविज्ञान आणि रसायनशास्त्र यांतील तत्वांची पूर्ण माहिती पाहिजे. हें ज्ञान होण्यास या विषयांवर ग्रंथ पाहिजेत व ग्रंथांचें ज्ञान करून घेण्याचीं साधनें सर्वत्र असलीं पाहिजेत. यास्तव या ग्रंथरूपानें हें एक साधन देशबांधवांस सादर करून या ज्ञानाविषयीं त्यांमध्यें अभिरुचि उत्पन्न करावी हा दुसरा उद्देश ग्रंथ लिहिण्याचा होय. तसबिरी काढणें, कागद करणें, मुलामा देणें, कांच करणें, मेणबत्या व साबू करणें इत्यादि उपयुक्त कलांविषयीं लहान लहान निबंधरूप ग्रंथ छापावे असें प्रथमतः मनांत आणिलें; परंतु त्यांतील एकास आरंभ करितांच त्यांत येणारीं यंत्रें, पारिभाषिक नांवें, आणि बिकट रसायन संयोग वियोग यांविषयीं हवाला देण्यास शास्त्रीय विषयांवर चांगले ग्रंथ नसल्यामुळें, वरचेवर अडचणी येऊन यत्न साध्य होण्याची निराशा होऊं लागली. तेव्हां वृक्ष लावून वाढविण्याच्या पूर्वींच फळें प्राप्त करून घेण्याचा पोकळ यत्न सोडून या शास्त्रीय ग्रंथास आरंभ केला.

वर दर्शविलेले उद्देश किती सिद्धीस गेले आहेत हें जाणण्याचें वाचकांवरच सोंपवितों. परंतु असल्या प्रकारचा ग्रंथ सर्वांशीं चांगला होणें हें सांप्रत काळीं दुरापास्त आहे. कारण या देशांत सदरील कारखान्यांचा अभाव असल्यामुळें संपूर्ण माहिती मिळण्यास फार अडचण पडते. तथापि जितकी माहिती मिळेल तितकी माहिती मिळविण्याविषयीं खटपट केली आहे. ग्रंथांतील दोषांबद्दल सुज्ञ वाचक विषयाचा विस्तार आणि आपले लोकांचें त्याविषयीं साधारण अज्ञान मनांत आणून क्षमा करतील अशी आशा आहे. आतां या ग्रंथाचें स्वरूप थोडक्यांत सांगून प्रस्तावना आटपितों.

हा ग्रंथ इंग्रजी ग्रंथांच्या आधारानें केला आहे, तरी यांत त्यांतील एकाद्या ग्रंथाचें साग्र भाषांतर केलें नाहीं. अनेक ग्रंथांचें अवलोकन करून, व त्यांतील सिद्धांतांच्या खरेपणाविषयीं प्रत्यक्ष प्रयोगद्वारा प्रचीती घेऊन, मराठी वाचकांस ज्या रीतीनें सुबोध होईल अशा रीतीनें रचना केली आहे. मिलर, कुक,

विल्यम्सन्, बिडलेक, रास्को, ग्रिफीन, विलसन् फाऊन, वाट आणि **डाक्टर यूर** यांच्या ग्रंथांतून मुख्यत्वें माहिती घेतली आहे. ग्रंथांची यादी पुस्तकाच्या शेवटीं दिली आहे. कित्येक जागीं **थिओडोर कुक** यांचें उष्णतेवरील पुस्तक आणि **ग्यानोचें** पदार्थविज्ञान यांतूनही कांहीं माहिती घेतली आहे. **नारायण दाजी** यांचें रसायनशास्त्रही बरेंच उपयोगी पडलें. यांत जे प्रयोग सांगितले आहेत ते बहुतेक मी स्वतः करून पाहिले आहेत. ज्या शास्त्रीय गोष्टींचा संबंध, व्यवहारिक व कलाकौशल्योपयोगी गोष्टींशीं आहे, तो स्पष्टपणें दाखविण्याचें धोरण आरंभापासून शेवटपर्यंत ठेविलें आहे. रसायनशास्त्राचे उद्देश, तत्संबंधी मूलभूत नियम, परिभाषा वगैरे माहिती पहिल्या भागांत आली आहे. दुसऱ्या भागांत अधातुरूप मूलतत्वें व तज्जन्य संयुक्तपदार्थ यांविषयीं निरूपण केलें आहे. या भागांत वायु तयार करण्याचीं व धरण्याचीं पात्रें व दुसरी अवश्य लागणारी रसायनशाळेंतील सामुग्री यांचें वर्णन केलें आहे. या ग्रंथांत परिभाषा बहुतेक इंग्रजी ठेविली आहे. ज्या पदार्थांस मराठी नावें आहेत, व ज्यांस संस्कृत भाषेच्या आधारें नवीं नावें सहज देतां आलीं, त्यांस तीं दिलीं आहेत. आतां कोणी असें म्हणतील कीं, सर्वच परिभाषा संस्कृताधारें नवी कां केली नाहीं, परंतु हा यत्न निदान रसायनशास्त्रांत सहसा साध्य होण्याजोगा नाहीं. कारण यांतील ५०।६० मूलतत्वांस नवे शब्द देऊन तज्जन्य नानाविध संयुक्त पदार्थांसही शब्द ठरविले पाहिजेत. आणखी संयुक्तपदार्थांची परिभाषा सर्व तत्वांस एका प्रकारची असावी लागते. जसें इंग्रजींत 'आइड' प्रत्यय लावून द्वितत्विक संयुक्त पदार्थ आक्साइड, सल्फाइड्, इत्यादि आणि 'एट्' प्रत्ययानें त्रितत्विक सल्फेट, क्लोरेट, फास्फेट, नैत्रेट इत्यादि दर्शवितां येतात, तसे प्रत्यय ठरविले पाहिजेत. याशिवायही शास्त्रीय परिभाषा लांब लचक व अवजड नसून, मृदु, मधुर आणि अपरिचित अशी असली पाहिजे. अशी परिभाषा बनविण्याचा मी विचार करीत आहे; व बहुतेक या ग्रंथाच्या उत्तरार्धांत ती परिभाषा देईन. तूर्त फक्त कांहीं ठिकाणीं नवीन बनविलेले शब्द देऊन बाकी इंग्रजीच ठेविले आहेत. कारण, आक्सिजन, हैड्रोजन, फास्फरस, पोटयाश, सायना पोटयाश, क्लोरेट आफ पोटयाश, अंटीमनी वगैरे कित्येक शब्द लोकांचे तोंडीं

फार बसून गेले आहेत, व रसायनिक पदार्थ विकणारे लोक इंग्रजच असल्यामुळें त्यांवांचून चालत नाहीं. म्हणून एकदम जर नवी परिभाषा सुरू केली, तर सर्वच गोंधळ होऊन जाईल. याकरितां नवी परिभाषा या ग्रंथाच्या उत्तरार्धांत देण्याचा विचार केला आहे. याविषयीं जर कोणी कांहीं सूचना करतील तर त्यांचा मी मोठा आभारी होईन.

म्याट्रिक्युलेशन परीक्षेस जो रसायनशास्त्राचा व पदार्थविज्ञानाचा भाग लागतो तो सप्रयोग शिकवितां यावा याकरितां इतर कांहीं हायस्कुलांतील मास्तरांबरोबर मलाही पुण्यास इंजिनिअरिंग कालेजांत तेथील सप्रयोग व्याख्यानें ऐकण्यास पाठविलें होतें. या अध्ययनाची मला पूर्वीपासून गोडी असल्यामुळें तेथील व्याख्यानांपासून मला फार फायदा झाला. पुढें येथील हायस्कुलांत हा विषय सप्रयोग शिकविणें माझेचकडे होतें; व या स्थळीं प्रयोग करण्याचीं यंत्रें व इतर सामुग्री चांगली असल्यामुळें हा ग्रंथ इतका शेवटास गेला. याबद्दल मी आपल्या खात्याचा व इंजिनिअरिंग कालेजांतील उभयतां मुख्य प्रोफेसरांचा फार आभारी आहें. प्रकरण २० पृष्ठ १९४ पासून पुढील प्रयोग करण्याचीं साधनें शाळेंतील रसायनशालेंत नसल्यामुळें पुष्कळ रासायनिक पदार्थ वगैरे स्वतः विकत घ्यावे लागले. सारांश हा ग्रंथ तयार करण्यास पुष्कळ श्रम, काल आणि द्रव्य हीं लागलीं आहेत. तरी याचा विचार करीत असतां व यावर शाळेंत व सार्वजनिक व्याख्यानें देत असतां, येथील हायस्कूलचे हेडमास्तर व येथील मित्र मंडळी यांणीं आणि मे० डायरेक्टर साहेब याणीं जें वेळोवेळीं उत्तेजन दिलें तेंच हा पूर्वार्ध समाप्त होण्यास मुख्य कारण झालें असें मी समजतों व त्याबद्दल त्यांचे आभार मानितों.

हा ग्रंथ ठशांनीं छापावयाचा आहे, परंतु जो खर्डा मी तयार केला त्यावरून पुनः लिहून प्रत तयार करणें त्याबद्दल शिळेवरच कांहीं प्रती छापून काढिल्या आहेत. याचा कांहीं भाग मे० डायरेक्टर साहेबांकडे पाठविला होता. त्यावरून त्यांनीं ग्रंथ चांगला शोधून तयार केला तर आश्रय मिळेल असें अभिवचनही दिलें आहे. आकृतींसह ठशांनीं हा ग्रंथ छापण्यास फार खर्च लागेल; याकरितां विद्याखात्यांतून व इतर

शास्त्रप्रिय देशबांधवांकडून या ग्रंथास आश्रय मिळून पुढील दोन भाग धातुरूप तत्वें, व सेंद्रिय रसायनशास्त्र हेही छापून प्रसिद्ध करण्यास उत्तेजन मिळेल अशी आशा आहे.

आतां ज्या उद्देशांनीं हा ग्रंथ तयार केला आहे ते उद्देश सिद्धीस जावोत आणि हा तडीस नेण्यास उमेद मिळो अशी जगन्नियंत्याची प्रार्थना करून ही प्रस्तावना आटपितों.

कोल्हापूर ता० २३ }
माहे डिसेंबर १८७५. }
बाळाजी प्रभाकर मोडक.

दुसऱ्या आवृत्तीची प्रस्तावना.

या पुस्तकाची जी शिळेवर आवृत्ति छापिली त्याच्या प्रती मुंबई खात्याचे डायरेक्टर, नागपूर प्रांतावरील इन्स्पेक्टर जनरल, कोलापूरचे पोलिटिकल एजंट व त्यांचे असिस्टंट, वगैरे कित्येक अधिकाऱ्यांकडे पाठविल्या. त्या पाहून त्यांणीं या पुस्तकास चांगला आश्रय देण्याचें कबूल केलें. त्यावरून ही प्रत सुधारून खिळेछापानें छापण्याचें आरंभिलें. सदर शिवाय, मराठी भाषा ज्या प्रांतीं बोलतात त्या ठिकाणच्या अनेक गृहस्थांकडूनही या पुस्तकास चांगला आश्रय मिळाला. यावरून या शास्त्राच्या ज्ञानाची अभिरुचि लोकांत वाढत चालली आहे असें दिसतें. सृष्टिज्ञान व रसायन हीं प्रत्यक्षानुभवसिद्ध शास्त्रें असल्यानें यांच्या अध्ययनापासून विद्यार्थ्यांचीं मनें प विचार किती सुधारतात, हें ज्यांस हीं शास्त्रें अवगत आहेत त्यांस माहीत असेलच. यांतील सिद्धांत सिद्ध करण्यास मुलांस कल्पना करण्याविषयीं सांगावें लागत नाहीं. दर रोजच्या त्यांच्या पाहण्यांतल्या गोष्टींचीं उदाहरणें देतां येतात, किंवा प्रत्यक्ष प्रयोग करून या शास्त्राचे सिद्धांत सिद्ध कारितां येतात. मुलांस थोडेंसें कळूं लागलें कीं तेव्हांपासून तीं सृष्टिज्ञानाचा संग्रह करूं लागतात, आणि तीं जसजशीं मोठीं होतात त्याप्रमाणें तें ज्ञान त्यांच्या मनावर चांगलें ठसत जातें. मुलांस लहानपणींच, घन पदार्थ कोणते, व पातळ पदार्थ कोणते, उष्णता व थंडी म्हणजे काय, प्रकाश व अंधार यांत भेद काय, या गोष्टी कळूं लागतात; अनेक ध्वनि कानीं पडून त्यांस लवकरच कर्कश स्वर व मधुर स्वर ओळखितां येतो. पुढें हळू हळू वजनाची व गतीची कल्पना त्यांच्या मनांत येते, व पदार्थ पृथ्वीवर अंतराळीं टाकिले तर पृथ्वीवर पडतात हें त्यांस समजतें. हळू हळू त्यांस रंगाचा भेद समजूं लागतो. तसेंच खारट, तिखट, आंबट हे भेद समजूं लागतात. दूध तापविलें म्हणजे उतूं येतें; मसाले व पाणी घालून भाजी शिजविली म्हणजे तीस रुचि येते; हळदींत चुना घालून रंग तांबडा होतो, मीठ पाण्यांत विरघळतें, परंतु वाळू व दगड विरघळत नाहींत, पावसांत राड पाणी येतें,

त्यांतील गाळ खालीं बसून पाणी निवळतें, लाख, मेण, तूप हे पदार्थ उष्णतेनें वितळतात, परंतु लांकूड व धोंडे वितळत नाहींत; पाण्याची उष्णतेनें वाफ होते; तेलाचे दिवे तेवतात, पाण्याचे तेवत नाहींत; आरशांत रूप दिसतें, परंतु खिडकीच्या भिंगांतून आरपार दिसतें--इत्यादि अनेक गोष्टी त्यांच्या लक्षांत येऊन त्यांचा सांठा त्यांजजवळ जमतो. अशी सामुग्री दुसरें कोणतेंही शास्त्र शिकतांना जवळ नसते, व यामुळें पदार्थविज्ञानासारखें दुसरें कोणतेंही शास्त्र शिकविण्यास सुलभ पडत नाहीं. मुलें सर्व सृष्टपदार्थ पाहून लक्षांत ठेवितात; परंतु त्यांचीं कारणें काय असावीं याचा विचार करीत नाहींत. सर्व झरे नेहेमीं वाहतात, परंतु राजापूरची गंगा वर्षांतून एक दोन महिनेच कां वाहते; तेलाचा दिवा तेवतो तसा पाण्याचा कां तेवत नाहीं; या गोष्टीचा ते विचार करीत नाहींत, परंतु अमक्या गोष्टी अमक्या रीतीनें घडतात हें त्यांस ठाऊक असतें. यास्तव यांच्या कारणांचा विचार करण्यास शिकविण्यास शिक्षकास किती सुलभ पडेल व येणेंकरून इतर गोष्टींचा विचार कसा करावा हें त्यांस किती सहज शिकवितां येईल हें उघड आहे.

पदार्थविज्ञान व रसायन यांच्या अभ्यासापासून किती अद्भुत शोध लागले आहेत व त्यांच्या व्यवहारांत किती उपयोग होत आहे! ही सारी १५० १७५ वर्षांतली गोष्ट आहे. मग आणखी कालांतरानें कसले व किती शोध लागतील याची कल्पनासुद्धां आज करितां येत नाहीं. अशा अत्यंत उपयुक्त शास्त्रांच्या अभ्यासापासून युरोप व अमेरिकेंतील देशांस किती फायदे झाले आहेत हें सर्वांस महशूर आहेच. या देशाची कलाकौशल्याची बाल्यावस्था मनांत आणली असतां या शास्त्राच्या अध्ययपासून या देशच्या लोकांस किती फायदा होईल तें मी येथें सांगितलें पाहिजे असें नाहीं.

ज्या देशांत सृष्टपदार्थ व चमत्कार मोठे प्रचंड व आश्चर्यकारक असून ज्यांचीं कारणें सहसा कळण्याजोगीं नसतात त्या स्थळीं लोक या गोष्टी सर्व दैविक आहेत असें मानून त्यांविषयीं विचार करण्यास कधीं धजत नाहींत. अशा गोष्टी हिंदुस्थानांत फार आहेत. ज्यांचीं शिखरें आकाशास जाऊन पोंचलीं आहेत व जीं सर्वदां बर्फांनीं आच्छादित असतात असे प्रचंड पर्वत या देशांत आहेत; भागीरथी व सिंधु

यांसारख्या विशाळ नद्या आहेत; प्रचंड वृक्ष असलेलीं व किर्र झाडी व क्रूर श्वापदांनीं व्यापिलेलीं जंगलें असून रूक्ष व भणभणीत मैदानेंही आहेत. तुफानें व वादळें ज्यावर वारंवार होतात असा तिहीं बाजूंनीं समुद्र आहे. भूकंप, अवर्षण, महामारी वगैरे उत्पातही पुष्कळ आहेत. या गोष्टी पाहून मनुष्यास स्वाभाविकच वाटूं लागतें कीं, आपण कोणी क्षुद्र यःकश्चित प्राणी आहों. या सर्व गोष्टी आपल्या अकले पलीकडच्या आहेत. यांचा आदी अंत व कारणें आपणास कधीं समजावयाचीं नाहींत. यामुळें त्यास या सर्व गोष्टी दैविक आहेत असें वाटूं लागून यांच्या कारणांचा विचार करणें म्हणजे केवळ वेडेपण आहे असा त्याचा ग्रह होतो. याप्रमाणें होतां होतां हे चमत्कार व उत्पात विशेष देवताधीन असावे असें मनांत येऊन त्या देवतांचा तो स्तव करूं लागतो. जरीमरी व दुसऱ्या धामी, भूकंप, अवर्षण, दुष्काळ, जलप्रलय वगैरे उत्पात कसे टाळावे याचा विचार न करितां त्यांस शरण जाऊन त्यांचा धांवा तो करितो. असा प्रकार स्वभावतः हिंदुस्थानांत वाढत जाऊन अगदीं शिखरास पोंचलेला आहे. खऱ्या धर्माचा ऱ्हास होत जाऊन देवभोळेपणा वाढत चालला आहे. खरा परमार्थ, खरा परोपकार, खरी भक्ती, खरें औदार्य वगैरे सद्गुण नाहींसे होऊन ढोंगें माजत चाललीं आहेत. पूर्वापार चालत आलेल्या रीतींस कोणी दूषण लाविलें किंवा जरीमरी कशानें उद्भवते, पर्जन्य कसा पडतो, मेघ कसे उत्पन्न होतात, अवर्षण, भूकंप वगैरे उत्पातांपासून आपला बचाव कसा करावा इत्यादि विचार कोणी काढिले म्हणजे कांहीं वर्षांपूर्वीं तर लोक त्यास पतित करण्यास सिद्ध होत; कारण त्यांचा असा ग्रह होता कीं, या गोष्टी मनुष्याच्या सामर्थ्या बाहेरच्या आहेत. याप्रमाणें सृष्टचमत्कारांच्या कारणांचा विचार करणें स्वप्नींही न येऊन पोकळ ग्रह माजले आहेत. हे सर्व लोकांच्या मनांतून समूळ काढून टाकून त्यांस यथामार्गाकडे लावण्यास व हरएक गोष्टींचा विचार करण्याचा नाद लावण्यास पदार्थविज्ञान व रसायन यांचें अध्ययनच समर्थ होईल. पर्जन्य कसा पडतो, वारे कसे उत्पन्न होतात, हिमालयाचें शिखर बर्फानें कां आच्छादित असतें, नियमित काळीं पर्जन्य कां पडतो, कोठें मुळींच कां पडत नाहीं, कोकणांतल्यापेक्षां देशांत कमी कां पडतो, महाबळेश्वरीं थंडी अ-

धिक कां असते, मिठासारखे धोंडे पाण्यांत कां विरघळत नाहींत, पाण्याचे दिवे कां तेवत नाहींत वगैरे गोष्टींचीं कारणें लोकांस यथार्थ समजूं लागलीं, आणि सृष्टींतील गोष्टी कांहीं नियमांनीं घडतात, त्यांत फेरबदल कधीं होत नाहीं व तसें करण्याचें कोणाच्या आंगीं सामर्थ्य नाहीं अशी खात्री झाली, म्हणजे लोकांच्या अज्ञानमूलक समजुती आपोआप जातील, व ते खऱ्या कारणांचा शोध करण्यास प्रवृत्त होतील.

या कारणास्तव या शास्त्रांचा अभ्यास सर्व शाळांत सुरू होईल तर या देशाचें फार हित होईल. ही मोठी दुःखाची गोष्ट आहे कीं, या विषयाची इंग्रजी अमलांत आजवर हेळसांड व्हावी, याची योग्यता शाळांत लेखन, वाचन आणि अंकगणित यांच्या इतकी असावी व तशी इतर देशांत आहे. परंतु या देशांतील मराठी शाळांवरील खुद्द मास्तरांस सुद्धां या विषयाचें फारसें ज्ञान नसतें. यास्तव विद्याखात्याचे अधिकारी याचा लवकर विचार करून सर्व शाळांत हे विषय शिकविण्याचें सुरू करतील अशी आशा आहे.

या आवृत्तींत कांहीं फेरफार करून कांहीं नवीन गोष्टी घातल्या आहेत. ज्यांस पदार्थविज्ञानाचें म्हणजे पदार्थांचे साधारण धर्म, मुख्य आकर्षणें, उष्णता, वायु व पाणी यांचे धर्म इत्यादिकांचें थोडें बहुत ज्ञान असेल त्यांस हें पुस्तक समजण्यास फारसें कठीण पडणार नाहीं. सदर विषयावर चांगलें पुस्तक मराठींत नाहीं, म्हणून त्यावर एक लहानसें पुस्तक लवकरच मी प्रसिद्ध करणार आहें. रसायनशास्त्राच्या प्रयोगास बहुतेक कांचेचीं भांडीं लागतात. तीं या देशांत अद्याप होत नसल्यानें हें शास्त्र यथास्थित शिकण्याचें मोठें खर्चाचें काम झालें आहे. कांच या देशांत होत नाहीं ही एक या शास्त्राच्या अभ्यासास मोठी अडचण आहे. कांच व कागद या गोष्टी विद्यावृद्धीस व सुधारणेस फार अवश्यक आहेत. याकरितां यांचे कारखाने चालू करण्याकडे शेट सावकारांचें अगोदर लक्ष लागेल तर फार उपयोग होईल. या पुस्तकांतील कृति व प्रयोग करण्यास जीं यंत्रें व पात्रें लागतात त्यांची यादी किंमतीसह शेवटीं दिली आहे. किंमती वरचेवर बदलतात. याकरितां यादींतल्या किंमतीहून हुंडीच्या भावाखेरीज शेंकडा १०।२० ज्यास्त किंवा कमी रुपये लागतील. हीं यंत्रें थेट ग्रिफिन आणि कंपनी यांजकडून विला-

यतेहून आणवावीं हें फार उत्तम. साधारण प्रयोग करण्यास वगैरे २७ रुपये किंमतीची पेटी मिळते ती घेतल्यानें बस होईल. (आ० १०२ पहा) रासायनिक पदार्थ मुंबईस मार्केटांत दुकानें नवीन झालीं आहेत त्यांजपाशीं फार स्वस्त मिळतात. प्रयोग करिते वेळीं भांडीं वगैरे फुटतात, म्हणून यादींत कित्येकांचे से २।४।६ असे नग घातले आहेत. सारांश यादीप्रमाणें यंत्रें आणल्यास ८।१० वर्षें शाळांत शिकविण्यास रासायनिक पदार्थांशिवाय दुसरी अडचण पडणार नाहीं. सारांश या शास्त्राचा अभ्यास करणें अगदीं अशक्य गोष्ट आहे असें नाहीं. असो, या पुस्तकानें साधारण लोकांस या ज्ञानाची थोडीशी अभिरुचि लागेल व कित्येकांस प्रयोग करण्याचा नाद लागेल तर माझा हेतु बराच सिद्धीस गेला असें मी समजेन.

यांतील आकृति रा० रा० विठ्ठल रामचंद्र मंत्री यांणीं काढिल्या व त्या कोलापूर येथें मंत्री यांच्या ज्ञानसागर छापखान्यांत छापविल्या आहेत. आकृति लांकडावर कोरून जेथल्या तेथें छापविल्या असत्या तर याहून चांगलें झालें असतें, परंतु त्यास फार खर्च येऊन बुकाची किंमत फार वाढूं लागली, म्हणून त्या शिळेवरच छापविल्या आहेत. या पुस्तकास बराच आश्रय मिळाला व येणेंकरून याचा उत्तरार्ध छापविण्यास उमेदही आली आहे, याबद्दल आश्रयदात्यांचे आभार मानून आटपितों.

करवीर रसायन शाला,
ता० ३१ आक्टोबर १८७६. — बा० प्र० मोडक.

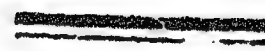
अनुक्रमणिका.

भाग १.

पृष्ठें.

भाग २.

निरिंद्रिय रसायनशास्त्र.



रसायनशास्त्र.

प्रकरण १.

उपोद्घात.

१. रसायनशास्त्र हें प्रयोगसिद्ध शास्त्र असून, त्यामध्यें मनुष्यमात्रास ज्ञात असे जे नानाविध पदार्थ, त्यांचे धर्म व त्यांची घटना यांचें विवरण केलें असतें.

२. पदार्थविज्ञानशास्त्रांत द्रव्याची आकृति, गति, स्थिति, रंग, रूप इत्यादिकांचें निरूपण केलें असतें. परंतु रसायनशास्त्रांत द्रव्याच्या परमाणूंचा विचार केला असून, एकजातीय द्रव्याचा परमाणु विजातीय द्रव्याच्या परमाणूजवळ अतिसन्निहित आणून ठेविला, तर परस्परांवर एकमेकांचे व्यापार कसकसे होतात हें सांगितलें असतें.

३. आपल्या सभोंवार सृष्टपदार्थांत जे नानाप्रकारचे फेरफार नेहमीं होत असतात, त्यांतील पुष्कळ रसायनक्रियांचीं फळें आहेत. उदाहरण, लोखंडाचा तुकडा उघड्या हवेंत ठेविला, तर त्यावर जंग चढतो; झाडांचीं पानें जीं खालीं गळून पडतात तीं कांहीं काळानें मातीस मिळतात. दूध दोन तीन दिवस राहिलें तर तें आंबतें, तांब्याच्या भांड्यांत ताक कळकतें; तांब्याचीं व पितळेचीं भांडीं विटतात. या सर्व क्रियांत मूळपदार्थांच्या घटनेंत फेरफार झाला, आणि त्यापासून अगदीं नवा पदार्थ, मूळच्याहून अगदीं निराळ्या धर्मांचा, असा उत्पन्न झाला. लोखंड, हवेंतील एका पदार्थाशीं संयोग पावलें व तेणेंकरून त्याचा रंग बदलला व त्याची शक्तिही कमी झाली. पानापासून कांहीं नवेच पदार्थ उत्पन्न होऊन ते हवेंत अदृश्य झाले. दूध गुळचट होतें, तें आंबट झालें. ताक व तांबें यांचा परस्पर कांहीं व्यापार होऊन ताकाची रुचि अगदीं बदलून गेली. तांबें व पितळ यांचा हवेंतील कांहीं पदार्थांशीं संयोग होऊन त्यांवर लोखंडासारखाच

जंग चढला. या सर्व क्रियांत नवीन बनलेल्या पदार्थांचें मूळपदार्थांशीं कांहीं साम्य राहिलें नाहीं.

४. पदार्थविज्ञान शास्त्रांत ज्या द्रव्याविषयीं आपण विचार कारितों, त्याच्या सामान्य धर्मांत, त्यावर प्रयोग केल्यानें अंतर पडत नाहीं. जसें धोंडा आपण जमिनींतून खणून काढितों, तो जरी हातोड्यानें फोडिला आणि टाकीनें छिलून त्याची मूर्ति केली, तरी तो धोंड्याचा धोंडाच राहतो. त्याचा आकार मात्र बदलतो, परंतु त्याचें रूपांतर किंवा धर्मांतर होत नाहीं.

रसायन कर्तीत तसें घडत नाहीं. तिच्या योगानें भिन्न जातीच्या द्रव्यांचे संयोग वियोग होऊन त्यांपासून नव्याच रूपाचे व धर्माचे पदार्थ उत्पन्न होतात. त्या वेळीं उष्णता, प्रकाश आणि विद्युत् ह्यांतून एकेक किंवा कधीं कधीं सर्व एकदांच प्रयोगद्वारां प्रकट होतात. उदाहरण, पाणी हा पदार्थ आक्सिजन (आम्लज) व हैड्रोजन (जलज) या दोन वायूंच्या संयोगापासून झाला आहे. तथापि त्या दोहोंच्या व त्यांचें संयोगजन्य जें पाणी त्याच्या रूपांत किंवा धर्मांत बिलकुल साम्य नाहीं. तसाच कोळसा जळत असतां त्याच्या व हवेच्या परमाणूंत रसायन व्यापार होतात आणि त्यांच्या योगानें कोळसा बहुतेक नाहींसा होऊन त्याची रक्षा होते. त्याच्या आसपासच्या हवेंत नवे धर्म उत्पन्न होतात; ते असे कीं, ती धूम्रमय होऊन प्राणिमात्राचें जीवनास किंवा दाह्य पदार्थांचे ज्वलनास अयोग्य होते. हे चमत्कार कोळशाच्या व हवेच्या परमाणूंचा संयोग झाल्यामुळें होतात. येथें कोळशाचें स्वरूप अगदीं नाहींसें होऊन नवीन आणि अदृश्य असे वायुरूपी पदार्थ उत्पन्न होतात. त्यांचें हवेशीं अथवा कोळशाशीं कांहीं साधर्म्य रहात नाहीं.

सारांश पदार्थांचे धर्म व रूप पालटणें हें रसायनशास्त्राच्या क्रियेचें मुख्य स्वरूप होय. पदार्थविज्ञान शास्त्राच्या क्रियेनें गति, स्थिति आणि आकृति मात्र बदलतात.

५. ज्या पदार्थांत वर सांगितलेले रसायन फेरफार नित्य होतात, ते पदार्थ कशाचे बनले आहेत, जे फेरफार होतात ते कोणच्या कारणांनीं व नियमांनीं होतात, कोणत्या साधनांनीं ते वाढवितां येतील, ब-

दलतां येतील किंवा अगदींच बंद करितां येतील, इत्यादि गोष्टींचा विचार करणें रसायनवेत्याचें काम आहे. रसायनवेत्याचे हातीं कोणताही पदार्थ पडो, मग तो खनिज असो, उद्भिज असो, किंवा प्राणिज असो, तो पदार्थ कशाचा बनला आहे, तो एकच द्रव्याचा किंवा अनेक द्रव्यांचा बनला आहे, त्याचे धर्म काय आहेत व त्याचे रसायन व्यापार इतर पदार्थांवर कसकसे होतात, यांविषयीं तो शोध करूं लागतो. याप्रमाणें सृष्टींतील हरएक पदार्थाचा विचार करून त्याच्या घटनेचा व धर्माचा निर्णय तो करितो.

या सर्व गोष्टींचा यथार्थ निर्णय करण्यासाठीं सृष्टपदार्थांत जे रासायनिक फेरफार नित्य होतात, ते कोणत्या नियमांनीं कसकसे होतात हें रसायनवेत्यास फार लक्षपूर्वक पहावें लागतें. तसेंच याच प्रकारच्या किंवा याहून भिन्न तऱ्हेच्या कृत्रिम योजना करून तद्भिन्न किंवा तद्रूप परिणाम होतात हेंही समजून घेणें भाग पडतें. अशा ज्या कृत्रिम योजना त्यांसच प्रयोग म्हणतात. रसायन शास्त्रांतील सर्व सिद्धांत प्रत्यक्ष प्रयोगांनीं सिद्ध करितात; म्हणून या शास्त्रास प्रयोगसिद्ध शास्त्र असें म्हणतात. वरील शोध करण्यासाठीं जे प्रयोग करावे लागतात त्यांमध्यें उष्णता, विद्युत्, प्रकाश इत्यादि शक्तींचा उपयोग करावा लागतो. द्रव्यमय सृष्टींतील बहुतेक फेरफार या शक्तींच्या योगानें होतात; म्हणून यांस सृष्टिव्यापारक अशी संज्ञा देतात. या शक्तींस वजन नाहीं म्हणून यांस गुरुत्वशून्यही म्हणतात. या शक्तींचें विवेचन या शास्त्रांत साक्षात् येत नाहीं. तथापि यांचीं कार्यें व व्यापार कसकसे होतात यांचें ज्ञान रसायनवेत्त्यास असणें अगदीं अवश्यक आहे. यांवांचून त्याचें मुळींच चालणार नाहीं. सृष्टींतील एखादा पदार्थ घेऊन त्यावर रसायनवेत्ता या शक्तींचा प्रयोग करितो, आणि वरील शोध लावितो. सर्व प्राणिज आणि उद्भिज पदार्थ, उष्णतेच्या योगानें, अनेक द्रव्यांचे बनले आहेत असें सिद्ध होतें. पाणी वगैरे ज्या कित्येक पदार्थांचें उष्णतेनें पृथक्करण होत नाहीं, त्यांचें पृथक्करण करण्यास विद्युल्लतेचा उपयोग करितात. प्रकाश व कधींकधीं कित्येक शुद्ध यांत्रिकक्रिया यानींही पदार्थांचे विच्छेद होतात. ज्या स्थळीं यांचा उपयोग होत नाहीं अशा कित्येक प्रसंगीं, रासायनिक

पदार्थ, आल्किडें वगैरे, हीं फक्त मिश्र केल्यानें पृथक्करण होतें. या रीतीनें रसायनशास्त्रवेत्ता, सृष्टींतील हरएक पदार्थ एकद्रव्यमय आहे, किंवा अनेक द्रव्यमय आहे याचा निर्णय करितो. या कृतीस पृथक्करण असें म्हणतात.

पृथक्करण क्रियेनें रसायनवेत्त्याचें सर्व कार्य झालें असें नाहीं. पृथक्करण करून विवक्षित पदार्थांचे जे घटकावयव निघाले, त्यांचें पुनः मेलन करून तोच पदार्थ होतो किंवा नाहीं, याची खात्री त्यास करून घेतली पाहिजे. तसेंच ते घटकावयव भिन्न भिन्न प्रमाणांनीं घेऊन त्यांचें संमेलन केल्यास तद्रूप किंवा तद्भिन्न पदार्थ निर्माण होतात, व भिन्न जातींचीं तत्वें व पदार्थ एकत्र केल्यानें कोण कोणते पदार्थ उत्पन्न होतात, इत्यादि विचारही रसायनवेत्ता करितो व या विचारास साधनीभूत जी क्रिया तीस संयोगीकरण म्हणतात. उदाहरण, पाण्याचें विद्युत्प्रवाहानें पृथक्करण करून त्याचे आक्सिजन व हैड्रोजन हे घटकावयव वेगळे केले; आतां या दोन घटकावयवांचें कांहीं नियमित प्रमाणानें मिश्रण करून, त्यांत विद्युत्प्रवाह सोडिला म्हणजे पुनः पाणी उत्पन्न होतें, हें संयोगीकरणाचें उदाहरण होय.

६. सारांशः—द्रव्यमय सृष्टींतील पदार्थ कोणत्या मूलतत्वांचे बनले आहेत, त्या मूलतत्वांचे स्वभाव व धर्म काय आहेत, त्यांचे परस्पर व्यापार व परस्पर संयोग कसे होतात, त्यांचे संयोग कोणत्या नियमांनीं होतात व संयोगी पदार्थांचे वियोग कोणत्या रीतीनें करितां येतात, या गोष्टींचें विवरण रसायन शास्त्रांत असतें.

७. कोणत्याही शास्त्राचें ज्ञान संपादन करून घेण्याची स्फूर्ति मनांत उत्पन्न होण्यास तें शास्त्र व्यवहारांत कोणत्या उपयोगीं पडणार हें समजलें पाहिजे. यास्तव व्यवहारांत जे याचे अनेक उपयोग आहेत त्यांतील कांहीं येथें सांगून हा उपोद्घात पुरा करितों.

ज्या पदार्थांचा आपण उपयोग करितों, त्यांचा स्वभाव, त्यांची घटना आणि त्यांचे मुख्य धर्म इत्यादि ज्ञान मनुष्यास असणें अवश्य आहे. ज्या हवेनें आपला जीव धारण होतो, जें पाणी आपण पितों, ज्या अन्नावर आपलें पोषण होतें, जीं वस्त्रें आपण पांघरतों, आणि ज्या जमिनीवर आपण चालतों, त्या सर्वांचे स्वभाव व धर्म यांचें

ज्ञान रसायनशास्त्रानें होतें; केवळ ज्ञान होतें इतकेंच नाहीं, तर त्यांच्या घटकावयवांमध्यें जे रसायन फेरफार घडतात त्यांची योजना उत्तम प्रकारें करितां येऊन आपल्या सुखाची अभिवृद्धि करितां येते.

मनुष्याच्या उपजीवनार्थ ईश्वरानें जे पदार्थ निर्माण केले आहेत त्यांची पाकसिद्धि होण्यास, शिजविणें, भाजणें, आंबवणें, अर्क काढणें, आणि निरनिराळ्या पदार्थांचे संयोग करणें, इत्यादि ज्या क्रिया कराव्या लागतात त्यांचें यथार्थज्ञान रसायनशास्त्रानें होतें. या ज्ञानाच्या अभावानें प्रसंगोपात अनर्थही होण्याचा संभव आहे. विटा करणें, मातीचीं भांडीं करणें, कांच बनविणें, इमारतीचा चुना तयार करणें, मृन्मिश्र धातूंपासून धातु गाळणें, धातूंचा जोड करणें, वस्त्रें शुभ्र करणें, रंगविणें, छापील रंग देणें, अर्क काढणें, साबू, सोडा, आसिडें इत्यादि कलाकौशल्योपयोगी पदार्थ तयार करणें, इत्यादि क्रिया रसायनशास्त्राशिवाय घडत नाहींत. तात्पर्य ज्या कलाकौशल्यांपासून मनुष्यांची सुधारणा व त्याच्या सुखाची वृद्धि हीं झालीं आहेत, त्यांपैकीं एकही रसायनशास्त्राच्या आधारावांचून उत्पन्न झालें नाहीं, व पूर्ण दशेस ही आलें नाहीं.

जरी बहुतेक कला पूर्व द्वीपस्थ देशांत फार प्राचीन कालापासून आहेत व जरी पश्चिम द्वीपस्थांनीं बहुतेक यांचे नमुने घेतले, तरी इकडे त्या तशाच राहून, युरोपखंडांत इतक्या पूर्ण दशेस आल्या, याचें कारण एकच होय. तिकडील लोकांनीं रसायन शास्त्राचा दिवसेंदिवस ज्यास्त ज्यास्त विचार करून नवीन शोध केले. अल्प खर्चानें व अल्पायासानें शुभ्र पांढरे कागद त्यांस करितां येऊं लागले; चिनी भांडीं व कांच युरोपांत होऊं लागलीं; कालिकोट येथीलच चिटांचे नमुने घेऊन अतिअल्प खर्चांत नाना प्रकारच्या वेलबुटयांचीं चिटें छापील रंग देऊन तयार करूं लागले; साबु व शुभ्र पांढऱ्या मेणबत्या करूं लागले; तागाचीं, लोंकरीचीं, तशीच कापसाचीं वस्त्रें उत्कृष्ट पांढरीं शुभ्र करूं लागले; पक्के रंग अल्प खर्चांत देऊं लागले; हीं सर्व रसायनशास्त्राभ्यासाच्या वृद्धीचीं फळें होत. यावरून रसायन शास्त्र मुख्यत्वें करून कलाकौशल्यास किती उपयोगी आहे हें उघड आहे. वैद्यक शिकणाऱ्या विद्यार्थ्यांस तर या शास्त्राशिवाय एक पाऊलही टाकितां येणार नाहीं. प्राचीन

काळीं जरी वैद्य रसायन शास्त्राचा अभ्यास करीत नव्हते व प्रस्तुतही जुन्या चालीचे वैद्य करीत नाहींत, तरी त्यांस अनेक रसायन क्रियांचें ज्ञान असतें. याचें चांगलें ज्ञान वैद्यास किती उपयोगी आहे हें पुढील चार ओळींवरून देखील पुष्कळ लक्षांत येईल.

"प्राण हा पदार्थ काय आहे, व ह्याचें स्वरूप कसें आहे, हें जरी आपणास माहीत नाहीं व कदाचित् माहीतही होणार नाहीं, तरी जिवंत शरीरामध्यें सर्व काळ प्राणधारणास अवश्य असे अनेक रसायनव्यापार घडत असतात, ह्यांचें ज्ञान वैद्याला, रसायनशास्त्राचा अभ्यास नसल्यानें कसें होईल? प्रत्येक श्वासास व नाडीच्या प्रत्येक स्फुरणास प्राण्याच्या रसरक्तादिकांमध्यें रसायनफेरफार घडतात, त्यांचा बोध होण्यास कांहीं तरी रसायनशास्त्राची माहिती पाहिजे. तसेंच कितीएक रोगांमध्यें रक्ताची घटना बदलते, हें केवळ रसायनशास्त्रानेंच कळतें, आणि त्या ज्ञानानें रोगचिकित्सेविषयीं कोणते उपाय योजावे ते समजून येतात. ह्याप्रमाणें रसायनशास्त्र वैद्यास अनेक रीतींनें उपयोगी पडतें. तात्पर्य ह्याशिवाय त्याला पाऊल देखील टाकवत नाहीं." *



* डाक्तर नारायणदाजी.

प्रकरण २.

पदार्थांचे सांसिद्धिक धर्म, अनुद्भूत उष्णता आणि विशिष्ट उष्णता.

८. ज्यास द्रव्य म्हणून संज्ञा आहे, त्याचे अंगीं परिमेयता असते, म्हणजे कांहीं जागा व्यापण्याचा धर्म त्याचे अंगीं असतो. तसेंच प्रत्येक प्रकारच्या द्रव्यास कांहींना कांहीं वजन असतें, म्हणजे त्यास पृथ्वी आपल्याकडे आकर्षिते. द्रव्याचे अंगीं निर्भेद्यता धर्मही निश्चयें वास करितो, म्हणजे द्रव्याचे दोन परमाणु एक कालीं एक जागा व्यापीत नाहींत. द्रव्य अविनाशी आहे, म्हणजे द्रव्याचा कधीं नाश होत नाहीं; कधीं कधीं त्याचें रूप मात्र पालटतें. तसेंच द्रव्य अत्यंत विभाज्य व सच्छिद्र आहे. हे द्रव्याचे स्वाभाविक धर्म होत. यांचा संबंध सृष्टींतील द्रव्याच्या दृश्यस्थितीकडे मात्र आहे. त्याच्या मूल घटनेकडे नाहीं. द्रव्याच्या रासायनिक धर्मांचा संबंध विशेषेंकरून इतर पदार्थांवर त्याचे व्यापार, व आपल्या घटनेमध्यें व तत्संयुक्त अशा दुसऱ्या पदार्थांच्या घटनेमध्यें होणारे फेरफार यांशीं असतो. उदाहरणार्थ आपण गंधक घेऊं. याचा ठिसूळपणा, स्फटिकाकार, उग्र वास, पिवळा रंग, अर्धवट पारदर्शकता, व तो घांसला असतां विद्युल्लतेचे धर्म अंगीं येणें, इत्यादि गंधकाचे स्वाभाविक धर्म होत. परंतु लवकर पेटणें, रुपें व तांबें यांच्यांशीं उष्ण केला असतां त्वरित संयोग पावणें, पाणी आणि मद्यार्क यामध्यें न विरघळणें, टरपेंटैन तेलांत विरघळणें इत्यादि गंधकाचे रासायनिक धर्म होत. ज्या कृतींनीं पदार्थाचें रूप व त्याचे धर्म पालटतात, व त्याचे अंगचे मूळचे स्वाभाविक धर्म नाहींतसे होतात, त्या सर्व कृति एकाद्या पदार्थाच्या रासायनिक धर्मांविषयीं विचार करीत असतांनां सांगितल्या पाहिजेत. जरी पदार्थमात्राच्या अंगीं हे दोनही जातींचे धर्म असतात, तथापि पदार्थाच्या स्वाभाविक धर्मांचें पुरें ज्ञान झाल्यावांचून त्याचे रासायनिक धर्म चांगले समजणार नाहींत.

९. सृष्टींतील पदार्थ— * घनावस्था, द्रवावस्था, व वाष्पावस्था, ह्या तिहींपैकीं कोणत्या तरी एका अवस्थेंत असतात. एकच पदार्थ ह्या तिहींपैकीं कोणत्या पाहिजे त्या अवस्थेंत नेतां येतो. सृष्टींत कितीएक पदार्थ निरनिराळ्या ठिकाणीं तिन्हीही अवस्थेंत आढळतात. उदाहरण:—ध्रुवाकडील प्रदेशांत पाणी वर्फ रूपानें घनावस्थेंत सांपडतें, व उष्ण प्रदेशांतही कृत्रिमरीत्या पाण्याचें वर्फ करितां येतें. समुद्र, नद्या, सरोवरें, विहिरी इत्यादिकांत पाणी प्रवाही रूपानें असतें, आणि ज्वालामुखी पर्वतांतून जो वाफेचा प्रवाह कित्येक वेळां कांहीं काळ सतत वहातो, त्या स्थळीं पाणी वाष्पावस्थेंत आढळतें; याशिवाय हवेंतही वाष्परूपानें असतें, व वाफेनें चालणाऱ्या यंत्रांकरतां पाण्याची कृत्रिमरीत्या वाफ करितात व पाणी कढूं लागलें म्हणजे ही वाफ वर जातांना आपण पहातों.

१०. पाण्याशिवाय दुसरे पदार्थही एका अवस्थेंतून दुसऱ्या अवस्थेंत नेतां येतात, हें पहाण्याकरितां पुढील प्रयोग करून पहावे.

प्रयोग १.—एका लहानशा शुभ्र कांचेच्या चंबूंत गंधकाचे दोन तीन तुकडे घालून त्यास मद्यार्काच्या दिव्याची आंच द्यावी, म्हणजे थोड्या सेकंदांत गंधक वितळून घनावस्थेंतून द्रवावस्थेंत जातो; आणखी कांहीं वेळ उष्णता दिल्यानें वितुळलेल्या गंधकाची वाफ होऊन वर जाते. वाफ वर जात असतां चंबूच्या तोंडावर जर एकादा शीतग्राहक धरिला, तर त्यांत ती वाफ थिजून गंधकाचे बारीक घनकण ग्राहकाच्या आंतील बाजूंनीं जमतात.

प्रयोग २.—दुसऱ्या एका चंबूंत "ईथर" या नांवाचा मद्यार्क संध्येच्या पळीभर घालून ऊन करावा, म्हणजे प्रवाही मद्यार्काची वाफ होऊन चंबू रिकामा होतो. वाफ झाली याची प्रचीती पाहण्यासाठीं पेटलेली वत्ती चंबूच्या तोंडापाशीं नेली तर हवेंतील "ईथर" ची वाफ लागलीच पेट घेईल. हीच दारू जर अतिशय थंड करून थिजविली तर थिजून घनही होते.

* घन म्हणजे दाट असा अर्थ घन शब्दाचा आहे. पातळ पदार्थ थोडासा दाट असला म्हणजे त्यास घन म्हणतात, परंतु या पुस्तकांत घन शब्दाचा आम्हांही याच अर्थीं प्रयोग केला आहे.

प्रयोग ३.—दुसऱ्या एका चंबूंत "आयोडीन" या पदार्थाचे कांहीं कण घालून, चंबू सावकाश उष्ण करावा, म्हणजे कांहीं सेकंदांत घन आयोडिनाची वाफ होऊन सर्व कांचपात्र किरमिजी रंगाच्या वाफेनें भरून जाईल. या प्रयोगांत घन आयोडीन मध्यंतरीं द्रवावस्थेंत न येतां, घनावस्थेंतून एकदम वाष्पावस्थेंत गेला; असे दुसरेही कित्येक पदार्थ आहेत.

या प्रयोगांत एका अवस्थेंतून पदार्थ दुसऱ्या अवस्थेंत नेण्यास उष्णतेचा प्रयोग केला ही गोष्ट लक्ष्यांत ठेविली पाहिजे.

११. पदार्थमात्राचे जे आपण मोठमोठे पिंड पहातों, ते सर्व अति सूक्ष्म परमाणूंचे बनले आहेत असें अनुमान आहे. एखाद्या लोखंडाच्या तुकड्याचे यांत्रिक शक्तीनें केवळ अदृश्य असे अति सूक्ष्म विभाग करितां येतात. परंतु रसायनरीत्या याहूनही लक्षावधिपट लहान असे विभाग करितां येतात. उदाहरण, लोखंड कानसून जो कीस पडतो, त्यांतील एक गुंजभार कीस घेऊन तो हैड्रोक्लोरिक आसिडांत विरघळावा. नंतर त्यांत शुद्ध पाणी घालून एकंदर द्रव अर्धशेर करावा. या द्रवांत "पोटयासिअम फेरोसायनाईड" या पदार्थाच्या द्रवाचे चार थेंब घालावे म्हणजे लागलेंच सर्व पाणी निळ्या रंगाचें होईल. हा निळा रंग पाण्यास त्यांतील अर्ध गुंज लोखंडामुळें प्राप्त झाला आहे. आतां या पाण्यांतील गुंजेचा शंभरावा हिस्सा पाणी, जर शुभ्र कागदावर घातलें तर पाण्याचा निळा रंग स्पष्ट दिसेल. आतां हा निळा रंग ज्यापेक्षां पाण्यांतील लोखंडामुळें प्राप्त झाला आहे, त्यापेक्षां अर्ध गुंज लोखंडाचे आपणास ७,६८,६०० विभाग करितां आले; कारण अच्छेराच्या ७,६८६ गुंजा असतात. कागदावरील निळ्या पाण्याच्या थेंबांत अर्ध गुंज लोखंडाचा इतका सूक्ष्म भाग आहे कीं, तो अगदीं अदृश्य आहे. या व दुसऱ्या कित्येक कारणांवरून असें अनुमान काढिलें आहे कीं, द्रव्याच्या विभाज्यत्वाला मर्यादा नाहीं; म्हणजे विवक्षित प्रमाणाच्या द्रव्याचे अनंत भाग करितां येतील. तथापि रसायनवेत्ते या मतास सर्वथैव कबूल नाहींत. त्यांचें असें म्हणणें आहे कीं, द्रव्याचे विभाग होण्यास कांहीं मर्यादा आहे. त्या मर्यादेपुढें विभाग होण्यास वावच रहात नाहीं. या मर्यादेस पोंचल्यावर जे विभा-

ग होतात, तसले भाग एकत्र होऊन द्रव्याचे पिंड बनले आहेत. अशा अविभाज्य व अति सूक्ष्म भागांस परमाणु, म्हणजे परमावधीचा सूक्ष्म अणु ही संज्ञा ते देतात.

रसायनसंयोगाच्या नियमांत या परमाणु कल्पनेविषयीं विशेष विचार केला आहे. यास्तव तूर्त त्याविषयीं येथें फार लिहीत नाहीं. तथापि तत्पूर्वी परमाणु या शब्दाचा उपयोग प्रसंगोपात केला आहे, त्या स्थळीं त्याचा अर्थ अति सूक्ष्म व अविभाज्य असा द्रव्याचा भाग समजावा.

यावरून सर्व लहान मोठे पिंड अशा प्रकारचे अत्यंत सूक्ष्म अणु * एकमेकांच्या आकर्षणानें, म्हणजे स्नेहाकर्षणानें, एकत्र चिकटून बनले आहेत. तथापि अणु अगदीं एकमेकांचे सन्निध नसतात. ते एकमेकांस स्पर्श करीत नसून त्यांमध्यें सूक्ष्म छिद्रें असतात अशी कल्पना आहे, व ही कल्पना कित्येक प्रयोगांवरून दृढ होत चालली आहे. फ्लारेन्स येथील प्रसिद्ध विद्यालयांत जो एक मोठा प्रयोग झाला, त्यावरून सोन्यासारखी जड व घन धातु सछिद्र आहे असें सिद्ध झालें आहे. त्या विद्यालयांतील कित्येक विद्वानांनीं, पाणी आकुंचित होतें किंवा नाहीं हें पहाण्यास्तव एक मोठा सोन्याचा पोकळ गोल पाण्यानें भरून, व अगदीं गच्च असा बंद करून त्यानीं त्यावर अतिशय दाब ठेविला. त्यांच्या मनांत असें होतें कीं, जर दाबानें सोन्याचा गोळा चपटा झाला तर पाणी आकुंचित होतें असें सिद्ध होईल. याची प्रचीति एकीकडे राहून सोन्यांतून पाणी बाहेर आलें आणि गोलाच्या बाहेरील बाजूवर दंव दिसूं लागलें.

या प्रयोगावरून सोन्यासारख्या घन धातूची सछिद्रता सिद्ध झाली. यावरून दुसरेही पदार्थ सछिद्र असतील असें मानण्यास कांहीं हरकत दिसत नाहीं. पुष्कळ पदार्थ कितीही घन असले तरी त्यांस हातोड्यानें ठोकून किंवा त्यांची उष्णता कमी करून आकुंचित करितां येतात, ही गोष्ट पदार्थांची सछिद्रता बरीच स्थापन करणारी आहे. सोनार, लोहार वगैरे सोनें, रुपें, तांबें, लोखंड वगैरे धातूंचे तुकडे ठोकून ठोकून लहान करितांना आपण नेहमी पहातों.

---

* अनेक परमाणु रसायनाकर्षणानें एकत्र होऊन अणु बनतात.

जर आपण धातूचा एक गोल केला आणि त्याची उष्णता अगदीं कमी केली तर तो आकुंचित होईल. तसेंच हा गोल थंड असतांना ज्या कड्यांतून, सरकत असेल त्याच कड्यांतून तो गोल उष्ण केला असतां प्रसृत होऊन सरकत नाहींसा होईल.

यावरून रसायनशास्त्रज्ञ यांनीं असें अनुमान काढलें आहे कीं, पदार्थाच्या परमाणूमध्यें एक प्रकारची प्रतिसारण शक्ति आहे, व ती स्नेहाकर्षक शक्तीच्या विरुद्ध कार्य करिते. वरील प्रयोगावरून व उष्णतेच्या साधारण कार्याच्या ज्ञानावरून, पदार्थांच्या अणूंमधील प्रतिसारण शक्तीहि उष्णताच होय असा सिद्धांत ठरला आहे. या सिद्धांताच्या आधारें द्रव्य एका अवस्थेंतून दुसऱ्या अवस्थेंत कसें जातें तें सांगतां येतें.

१३. यास्तव द्रव्याच्या पिंडाच्या अणूंत सर्व काळ दोन प्रकारच्या शक्ति वास करीत आहेत. एक स्नेहाकर्षक शक्ति व दुसरी प्रतिसारक शक्ति किंवा उष्णता; या एकमेकींशीं विपरीत आहेत, व कार्येंहि विरुद्ध करितात. पहिली, पदार्थांच्या अणूंस एकमेकांजवळ ओढिते व आकाराचा संकोच करिते. परंतु दुसरी, अणूंस परस्पर दूर लोटिते व आकार वाढविते. या दोन विरुद्ध धर्मांच्या शक्ति द्रव्याच्या स्थितींस कारणीभूत आहेत. घन किंवा अप्रवाही, प्रवाही, आणि वायुरूप, या तिहींपैकीं पदार्थास जी विशेष अवस्था प्राप्त होते, ती या दोन शक्तींत जिचें प्राबल्य होतें, त्याप्रमाणें असते. स्नेहाकर्षक शक्तीचें प्राबल्य झालें म्हणजे पदार्थ अप्रवाही असतो, प्रतिसारक शक्तीचें प्राबल्य झालें म्हणजे तो पदार्थ वायुरूप होतो. व दोन ही समान असल्या म्हणजे पदार्थ प्रवाही अवस्थेंत असतो. सारांश घन, द्रव, आणि वायुरूप यांपैकीं एक किंवा अधिक अवस्था प्राप्त होणें हें, पदार्थाचे आंगीं उष्णतेचें असें न्यूनाधिक मान असेल त्यावर अवलंबून असेंत.

१४. एका अवस्थेंतून दुसऱ्या अवस्थेंत पदार्थ जात असतां, जी उष्णता तो पदार्थ शोषून घेतो त्या उष्णतेस घटक उष्णता किंवा अनुद्भूत उष्णता असें म्हणतात. कारण ती उष्णता उष्णमापकानें समजत नाहीं, म्हणून ती पदार्थांत गुप्त राहते किंवा ती उष्णता त्या पदार्थाचा एक घटकच बनते असें म्हणतात.

१५. पदार्थांचें *उष्णमान मात्र उष्णमापकानें मापितां येतें. परंतु पदार्थांतील एकंदर उष्णतेचें परिमाण त्या यंत्रानें समजत नाहीं. सारख्या वजनाच्या दोन भिन्न पदार्थांस सारखें उष्णमान देण्यास, भिन्न भिन्न परिमाणाची उष्णता लागते. उदाहरण, एक पौंड पारा व एक पौंड पाणी अशीं सारख्या उष्णमानाचीं निरनिराळ्या कांचेच्या भांड्यांत घालून कढत पाण्यांत कांहीं काळ बुडवून ठेविलीं, आणि कांहीं काळानें बाहेर काढून उष्णमानें पाहिलीं, तर असें दिसून येईल कीं, पाण्याच्या उष्णमानाच्या तीसपट पाऱ्याचें उष्णमान चढलें आहे. तसेंच जर ९१° फ्या. उष्णमानाचा एक पौंड पारा, आणि ६०° फ्या. उष्णमानाचें एक पौंड पाणी, अशीं जर मिश्र केलीं, तर त्या मिश्रणाचें उष्णमान ६१° असतें. यावरून एक पौंड पाऱ्याचें उष्णमान ३०° फ्या. उतरल्यानें त्यांतून जितकी उष्णता बाहेर पडली, तितकी उष्णता एक पौंड पाण्याचें १° फ्या. उष्णमान चढविण्यास लागली. म्हणून पाऱ्यापेक्षां पाण्याची उष्णता धारकशक्ति फार आहे. यास्तव पदार्थानें धारण केलेली एकंदर उष्णता किती आहे हें मापण्याचें समजलें पाहिजे.

१६. एकाद्या पदार्थांत एकंदर उष्णता किती आहे हें मापण्याचीं साधनें अद्याप मिळालीं नाहींत. परंतु एकाद्या पदार्थांतील उष्णता, इयत्ता ठरवून तिच्या संबंधानें इतर पदार्थांतील उष्णता मापितां येते. याकरितां एक पौंड शुद्ध पाण्याचें उष्ण मान, फ्यारेनहीट उष्णमापकाचा एकअंश चढविण्यास जितकी उष्णता लागते त्या उष्णतेस एक अंश उष्णता असें कल्पिलें आहे; व इतर पदार्थांच्या उष्णतेचें परिमाण मापण्यास हीच इयत्ता घेतात.

एक पौंड वजनाच्या दुसऱ्या कोणत्याही पदार्थाचें उष्णमान १° फ्या. चढविण्यास जितके अंश उष्णता लागते त्यास त्या पदार्थाची विशिष्ट उष्णता असें म्हणतात. म्हणजे, शुद्ध पाणी आणि दुसरा कोणताही पदार्थ, हे जर सारख्या वजनाचे घेतले, तर त्यांस सारखें उष्णमान देण्यास पाण्याचे जितकेपट उष्णता (अपूर्ण किंवा पूर्ण)

* पदार्थांतील उष्णतेच्या आंगीं आपल्यांतील कांहीं अंश दुसऱ्या पदार्थांस देण्याची जी शक्ति असते त्या शक्तीस त्या पदार्थाचें उष्णमान म्हणतात.

दुसऱ्या पदार्थास लागेल त्या पटीची संख्या त्या पदार्थाची विशिष्ट उष्णता समजावयाची. उदाहरण, एक पौंड हैड्रोजनाचें १° फ्या. उष्णमान चढविण्यास तितक्याच वजनाच्या पाण्याचें १° फ्या. उष्णमान चढविण्यास जितकी उष्णता लागेल, त्याचे ३·४०४६ पट उष्णता लागते, म्हणून हैड्रोजनाची विशिष्ट उष्णता ३·४०४६ झाली. तसेंच एक पौन्ड पाऱ्याचें १° फ्या. उष्णमान चढविण्यास, एक पौन्ड पाण्यास तेंच उष्णमान देण्यास जी उष्णता लागेल त्याचे १/३० च लागते. म्हणून पाऱ्याची विशिष्ट उष्णता १/३० किंवा ·०३३२ आहे असें म्हणतात. आक्सिजनाची विशिष्ट उष्णता १/५ किंवा ·२१८ आहे. खालीं कांहीं मुख्य धातूंच्या विशिष्ट उष्णता दिल्या आहेत.

नावें	विशिष्ट उष्णता	स्थूल मानानें.
पाणी.	१·०००००	१
लोखंड	०·११३७९	१/९
जस्त	०·०९५५५	१/३०.८
तांबें	०·०९५१५	१/१०६
रुपें.	०·०५७०१	१/१७.५
शिसें	०·०३१४०	१/३१.८
प्लाटिनम	०·०३२४४	१/३०.८
सोनें	०·०३२४४	१/३०.८
पारा	०·०३३३२	१/३०

१७. यावरून भिन्न भिन्न पदार्थांच्या विशिष्ट उष्णता म्हणजे, उष्णता धारण करण्याच्या शक्ति भिन्न भिन्न आहेत. पदार्थांतील उष्णता कशी मापावी, आणि एक अंश उष्णता कशाला म्हणतात हें वर सांगितलें. आतां अनुद्भूत उष्णता म्हणजे काय व ती कशी मापावी तें सांगतों.

जर १७४° फ्या. उष्णमानाचें एक पौंड पाणी आणि ३२° फ्या. उष्णमानाचें एक पौन्ड बर्फ अशीं एकत्र केलीं, तर कांहीं वेळानें, म्हणजे सर्व बर्फ वितळल्यावर, त्या मिश्रणाचें उष्णमान पाहिल्यास तें ३२° फ्या. आहे असें आढळेल. या स्थळीं पाण्याची १४२° उ-

उगता बर्फानें घनावस्थेंतून द्रवावस्थेंत येत असतां शोषून घेतली. द्रवावस्थेंत आलेल्या बर्फाचें उष्णमानही बदललें नाहीं. तें पूर्वी इतकेंच ३२° फ्या. आहे. एक पौंड पाण्याची १४२° फ्या. उष्णता कमी झाली ती घनावस्थेंतून द्रवावस्थेंत येतांना बर्फानें शोषून घेतली यांत संशय नाहीं. घनावस्थेंत बर्फाचे कण ज्या स्नेहाकर्षक शक्तीनें एकत्र धरिले होते, त्या शक्तीचा जोर नाहींसा करण्यामध्यें तितकी उष्णता खर्च झाली हें उघड आहे. इतकी उष्णता म्हणजे १४२° फ्या. उष्णमापकानेंही समजत नाहीं, म्हणून या उष्णतेस अनुद्भूत किंवा गुप्त उष्णता असें म्हणतात. ३२° फ्या. उष्णमानाच्या एक पौंड बर्फाचें त्याच उष्ण मानाचें पाणी होत असतां जी उष्णता अदृश्य होते, त्या उष्णतेस बर्फाची अनुद्भूत उष्णता असें म्हणतात. वरील प्रयोगावरून बर्फाची १४२° अनुद्भूत उष्णता आहे असें सिद्ध झालें.

१८. याप्रमाणें पाण्याच्या वाफेची अनुद्भूत उष्णता किती आहे हें ही मापितां येतें. म्हणजे २१२° फ्या. उष्ण मानाच्या एक पौंड पाण्याची, त्याच उष्ण मानाची वाफ होत असतां, किती उष्णता अनुद्भूत होते, किंवा २१२° फ्या. उष्णमानाच्या एक पौंड वाफेचें, त्याच उष्णमानाचें पाणी होतांना किती उष्णता उद्भूत होते तें काढितां येतें.

एका भांड्यांत ३२° फ्या. उष्णमानाचें ५½ पौंड वजनाचें पाणी घेऊन त्यांत ज्यास्त न थिजे इतकी वाफ सोडावी. नंतर याप्रमाणें तयार झालेल्या कढत पाण्याचें वजन करावें. तें बरोबर ६½ पौंड भरेल. आरंभीं जी वाफ पाण्यांत गेली तिचा थंड पाण्याशीं संयोग झाल्यानें ती थिजून तिचें पाणी झालें. परंतु शेवटीं आरंभींचें ५½ पौंड पाणी व वाफेचें जें थिजून पाणी झालें तें अशा सर्व पाण्याचें उष्णमान २१२° फ्या. असतें. ५½ पौंड पाण्याचें मूळ उष्णमान ३२° होतें. तें आतां २१२ झालें; म्हणजे या पाण्यांत नवीन ५½×१८०=९९०° उष्णता आली. यावरून एक पौंड वाफ वाय्वावस्थेंतून द्रवावस्थेंत येतांना तींतून ९९०° उष्णता दृश्य झाली. इतकी उष्णता वाफेंत अदृश्य रूपानें होती. कारण वाफेचें जें मूळचें २१२° फ्या. उष्णमान तेंच तयार झालेल्या पाण्याचें आहे. यास्तव वाफेची अनुद्भूत उष्णता ९९०° आहे हें सिद्ध झालें.

प्रकरण ३.

एकाकी आणि संयुक्त द्रव्यें.

१९. द्रव्यमय सृष्टि एकाच प्रकारच्या द्रव्याची बनली नसून नानाविध जातींचीं द्रव्यें एकत्र होऊन झालेली आहे. त्यांपैकीं कित्येक द्रव्यें एकाकी आणि कित्येक संयुक्त आहेत.

जे पदार्थ एकाच द्रव्याचे झाले आहेत, म्हणजे ज्यांचें पृथक्करण केलें असतां, एकाहून अधिक प्रकारचीं द्रव्यें मिळत नाहींत, त्यांस एकाकी पदार्थ किंवा मूळतत्वें असें म्हणावें.

जे पदार्थ दोन किंवा अधिक प्रकारचीं द्रव्यें एकत्र होऊन झाले आहेत, म्हणजे ज्यांचें पृथक्करण केलें असतां, दोन किंवा अधिक जातींचीं द्रव्यें मिळतात, त्यांस संयुक्त पदार्थ म्हणावें.

यास्तव एकाकी पदार्थ, किंवा मूलतत्वें, रसायन शास्त्रांतील मूळाक्षरें होत; आणि दोन किंवा अधिक एकाकी द्रव्यें एकत्र होऊन झालेले संयुक्त पदार्थ रासायनिक शब्द होत. उदाहरण—रूपें, सोनें, जस्त, लोखंड, आक्सिजन, हैड्रोजन हे एकाकी पदार्थ आहेत, म्हणून हीं मूळाक्षरें झालीं. मीठ हें सोडिअम आणि क्लोरीन हीं मूलतत्वें एकत्र होऊन झालें आहे. म्हणून, मीठ दोन रासायनिक अक्षरांचा झालेला शब्द आहे. मूलतत्वें दर्शविण्यास, त्यांचीं आद्याक्षरें योजितात. संयुक्त पदार्थ दर्शविण्यास त्यांच्या एकाकी पदार्थांचीं आद्याक्षरें एकत्र लिहितात. रूपें, सोनें, गंधक हे एकाकी पदार्थ रु, सो, गं, या आद्यक्षरांनीं दर्शवितात; आणि पाणी व मीठ हे संयुक्त पदार्थ दर्शविण्यास है₂आ, सोक्लो, अशा अक्षर मालिकांचा उपयोग करितात. यास्तव वरील परिभाषा केवळ अगदींच निरर्थक आहे असें नाहीं. रासायनिक शब्द सहा अक्षरांहून ज्यास्त अक्षरांनीं, म्हणजे संयुक्त पदार्थ सहा एकाकीपदार्थांहून ज्यास्त एकत्र होऊन झालेले क्वचितच आढळतात. म्हणून वरील परिभाषा लक्षांत ठेवण्यास ही फारशी कठीण नाहीं.

२०. प्राचीन शास्त्रज्ञांचा असा समज होता कीं, आप्, तेज, वायु,

आकाश, आणि पृथ्वी अशीं पांचच तत्वें म्हणजे एकाकी पदार्थ असून त्यांच्या परस्पर संयोगांपासून सृष्टींतील यच्चावत्पदार्थ बनले आहेत. परंतु मागील प्रकरणांत सांगितलेल्या पृथक्करण क्रियेच्या साधनानें यांतून एकही मूलतत्व नाहीं, अशी अर्वाचीन शास्त्रज्ञांची खात्री झाली आहे. अर्वाचीन शास्त्रकार, सृष्टींतील हरएक जातीचे पदार्थ घेऊन त्यांवर पृथक्करण क्रियेचा प्रयोग करूं लागले. असें करितां करितां जेव्हां त्यांस असे पदार्थ मिळाले कीं, त्यांवर पृथक्करण क्रिया पुढें चालेना, म्हणजे त्यांवर या क्रियेचा प्रयोग केला असतां, त्यापासून तद्भिन्न असे पदार्थ निघेनात. तेव्हां त्यांसच त्यांनीं एकाकी पदार्थ किंवा मूलतत्वें असें ठरविलें. अशा रीतीनें प्रस्तुत ६९ एकाकी पदार्थांचा शोध लागला आहे. पुढें कदाचित ज्यास्त तत्वांचाहि शोध लागेल. पृथ्वीवरील यच्चयावत् पदार्थ यांजपासून उत्पन्न झाले आहेत. त्यांपैकीं कित्येक फार विरळा सांपडतात व त्यांचा कलाकौशल्यांत अद्याप उपयोग होऊं लागला नाहीं. एकाकी पदार्थांचे धातुरूप व अधातुरूप असे दोन वर्ग कल्पिले आहेत. सुमारें $\frac{1}{6}$ तत्वें अधातुरूप आहेत. बाकी $\frac{4}{6}$ धातुरूप आहेत. तत्वांचे हे दोन भेद त्यांच्या भिन्न भिन्न धर्मांवरून केले आहेत. धातुरूप तत्वांच्या आंगीं उष्णता व विद्युद्वाहक शक्ति असते. तसेंच त्यांस एका प्रकारची चकाकी असते, अतएव प्रकाशाचें परावर्तन करण्याची शक्ति त्यांचे आंगीं असते. या शिवाय त्यांपासून एक तऱ्हेचा नादही उत्पन्न होतो.

युरोपांतील रसायनशास्त्रवेत्यांनीं ज्या नांवांचा उपयोग केला आहे तींच नांवें कित्येक तत्वांस ठेविलीं आहेत. ज्यांस नांवें मराठींत आहेत, त्यांस तीं नांवें दिलीं आहेत. इंग्रजी नांवें त्या त्या तत्वांच्या धर्मांस अनुसरून, ज्यांनीं ज्यांनीं त्यांचा शोध लाविला, त्यांनीं ल्याटिन व ग्रीक भाषांच्या आधारें ठेविलीं आहेत. जरी आलीकडे कित्येक तत्वांच्या विशेष धर्मांचा शोध लागला आहे, तरी शोधकांच्या स्मरणार्थ त्यांनीं दिलेलीं नांवें तशींच चालू आहेत. नवीं कल्पित नांवें देण्यापेक्षां तींच किंवा त्यांस अनुसरून दिलेलीं नांवें ठेवणें, विशेष सयुक्तिक दिसतें. शिवाय कित्येक तत्वांचीं इंग्रजी नांवें, आक्सिजन (आम्लज), हैड्रोजन (जलज) वगैरे लोकांच्या तोंडीं बरींच बसलीं आहेत. जरी

प्रथम असा बेत होता कीं, तत्वांच्या धर्मांस अनुसरून संस्कृत भाषेच्या आधारें नवीं नांवें द्यावीं, तथापि तो सध्या राहित केला आहे. कित्येक नवीं नांवें तत्वांच्या जवळ कौंसांत लिहिलीं आहेत. याविषयीं विचार होऊन सर्वानुमतें जीं नांवें ठरतील त्यांचा स्वीकार या पुस्तकांत पुढें करूं.

२१. हीं नांवें लिहिण्याची एक निराळी परिभाषा इंग्रजींत आहे, नांवाचें आद्याक्षर सर्व नांव दर्शविण्यास लिहितात. तीच रीति या पुस्तकांत ठेविली आहे. जेव्हां एकाहून ज्यास्त तत्वांचें एकच आद्याक्षर असेल, तेव्हां त्या नांवांतील दुसरें अक्षर आद्याक्षरास जोडिलें आहे. यांस रासायनिक चिन्हें असें म्हणतात. हीं चिन्हें केवळ तीं तत्वेंच दर्शवितात असें नाहीं, तर त्यांवरून त्या त्या तत्वांच्या परमाणूंचा व परमाणु गुरुत्वांचा बोध होतो. जसें (आ) या चिन्हानें आक्सिजनाचा बोध होऊन, त्याचा एक परमाणु किंवा १६ भार आक्सिजन असा बोध होतो; (क्लो) हें चिन्ह क्लोरीन वायूचा एक परमाणु किंवा ३५ $\frac{1}{2}$ भार क्लोरीन दाखविते. एकाकी पदार्थांपासून झालेले संयुक्त पदार्थ, त्यांच्या घटकांचीं चिन्हें जवळ जवळ मांडून दर्शवितात. मीठ, सोडिअम व क्लोरीन हे पदार्थ एकत्र होऊन झालें आहे; म्हणून तें (**सोक्लो**) या अक्षर मालिकेनें दर्शवितात. तत्वाचे दोन किंवा अधिक परमाणु दर्शविणें झाल्यास तत्वसूचक चिन्हाच्या उजवे बाजूस खालीं लहान आंकडा लिहितात. जसें है_2 म्हणजे हैड्रोजनाचे दोन परमाणु होत. 'सु$_4$' म्हणजे सुवर्णाचे ४ परमाणु होत. ($\text{है}_2\text{आ}$) ही पाण्याची सारणी आहे, व यावरून असा बोध होतो कीं, पाणी हैड्रोजनाचे २ परमाणु व आक्सिजनाचा एक परमाणु एकत्र होऊन झालें आहे. ($\text{लो}_2\text{आ}_3$) हा लोखंडाचा आक्साइड लोखंडाचे दोन व आक्सिजनाचे तीन परमाणु एकत्र होऊन बनला आहे. संयुक्त पदार्थांचे एकाहून अधिक अणु लिहिणें असल्यास संयुक्त पदार्थांच्या सारण्यांच्या मागें अंक लिहून अणूंची संख्या दर्शवितात. जसें ($2\text{है}_2\text{आ}$) याचा अर्थ पाण्याचे दोन अणु. सारणीच्या आरंभीं लिहिलेला अंक त्यापुढील प्रत्येक अक्षराचा गुणक समजावयाचा. ($3\text{है}_2\text{गंआ}_4$) या सारणीवरून गंधकाम्लाचे तीन अणु असा बोध होतो; व ३ हा

है$_{२}$, **ग**, **आ**$_{४}$, या प्रत्येकाचा गुणक आहे. म्हणून (**३है**$_{२}$ **ग आ**$_{४}$) = **है**$_{६}$ **ग**$_{३}$ **आ**$_{१२}$. दोन संयुक्त पदार्थांचा संयोग दाखविण्यास त्यांच्या सारण्यांमध्यें (+) हें किंवा (,) हें चिन्ह लिहितात. नवसागर हा आमोनिया (**नै है**$_{३}$) व शंखद्राव (**हैक्लो**) या संयुक्त पदार्थांचा झाला आहे. हा संयोग असा लिहितात; **नैहै**$_{३}$ + **हैक्लो**, किंवा (**नैहै**$_{३}$, **हैक्लो**) खडू म्हणजे कार्बोनेट आफ् लाइम, **क्या आ+का-आ**$_{२}$ किंवा (क्या आ, का आ$_{२}$) असा लिहितात. अशा बिकट संयुक्त पदार्थांचे अणु दर्शविणें असल्यास, त्याची सर्व सारणी कौंसांत घालून कौंसाच्या आरंभीं अणूंची संख्यादर्शक अंक लिहितात. जसें, खडूचे तीन अणु ३(**क्या आ**, **का आ**$_{२}$) असें लिहितात.

पृथक्करण क्रिया व भिन्न भिन्न पदार्थांचे एकमेकांवरील रसायन व्यापार हे समीकरणरूपानें लिहितात. मूळारंभीं जे पदार्थ एकत्र केले असतील ते डावे बाजूस + चिन्हानें जोडून लिहितात, आणि रसायनक्रियेनें उत्पन्न झालेले पदार्थ उजवे बाजूस + चिन्हानें जोडून लिहितात.

जस्त गंधकाम्ल जस्ताचासल्फेट हैड्रोजन
ज + **है**$_{२}$**गआ**$_{४}$ = **जआ, गआ**$_{३}$ (**जगआ**$_{४}$) + **है**$_{२}$
तांब्याचा सल्फेट. पोट्याश. पोट्याशचा सल्फेट.
ता आ, गआ$_{३}$ (**तागआ**$_{४}$)+**पोआ**=**पोआ, गआ**$_{३}$ (**पोगआ**$_{४}$)
तांब्याचा आक्साइड.
ता+आ

संयुक्त पदार्थाची सारणी लिहितांना दोन गोष्टींकडे लक्ष्य दिलें पाहिजे. (१) द्वितत्विक पदार्थांमध्यें धातूंचीं किंवा आक्सिजनाशीं विरुद्ध धर्मांचे पदार्थांचीं चिन्हें डावे बाजूस लिहावीं. जसें, लोखंडाचा आक्साइड (**लोआ**) असा लिहावा. पाण्याची सारणी (**है**$_{२}$**आ**) अशी लिहावी. **आलो**, **आहै**$_{२}$ असें लिहूं नये. (२) क्षारांच्या सारणींत प्रथम बेसाची सारणी लिहून नंतर आसिडाची लिहावी. खडू (**क्या आ**, **का आ**$_{२}$); सोड्याचा सल्फेट (**सो आ**, **ग आ**$_{३}$).

यांतील कित्येक गोष्टींचा बोध विद्यार्थ्यांस आपोआप होणार नाहीं, परंतु गुरूच्या सहाय्यानें समजण्यास विशेष कठीण

पडणार नाहीं. चिन्हांविषयीं सर्व माहिती एकास्थळीं यावी या हेतूनें याच प्रकरणांत दिली आहे. जसजशी विद्यार्थ्यांची या शास्त्रांत गति होत जाईल त्याप्रमाणें, या चिन्हांचा उपयोग किती आहे व येणेंकरून मोठे बिकट संयोग देखील किती सुलभ रीतीनें दाखवितां येतात, व संयुक्त पदार्थांच्या घटकद्रव्यांचा बोध त्यांच्या सारण्यांवरून किती जलद होतो इत्याद्यनेक गोष्टी त्यांचे ध्यानांत येत जातील.

२२. अधातुरूप तत्वें १४ आहेत. तीं येणेंप्रमाणें:—आक्सिजन, हैद्रोजन, नैत्रोजन, कार्बास, क्लोरीन, ब्रोमीन, आयोडीन, फ्लोरीन, गंधक, सेलेनिअम, टेल्युरिअम, फास्फरस, बोरान आणि सिलिकान. यांपैकीं **आ, है, नै, क्लो,** आणि **फ्लो**, हीं वायुरूप आहेत, ब्रोमीन द्रवरूप आणि बाकीचीं घनरूप आहेत.

पुष्कळ संयुक्त पदार्थ असे आहेत कीं, त्यांस द्रवरूप स्थितींत आणून त्यांतून विद्युत्प्रवाह सोडिला तर त्यांचें पृथक्करण होऊन एक प्रकारचीं तत्वें सर्वदां, विद्युच्चक्रमालेच्या (व्हाल्टेइक ब्याटरीच्या) धनध्रुवाकडे निघतात, व दुसऱ्या प्रकारचीं ऋणध्रुवाकडे निघतात. यावरून तत्वांचे निराळेच दोन वर्ग कारितात. जीं तत्वें धनध्रुवाकडे निघतात त्यांस ऋणध्रुवी व जीं ऋणध्रुवाकडे निघतात त्यांस धनध्रुवी असें म्हणतात. आक्सिजन, क्लोरिन, आयोडीन, गंधक वगैरे तत्वें ऋणध्रुवी आणि हैद्रोजन व सर्व धातु हीं तत्वें धनध्रुवी होत.

---

(२३) तत्वें, त्यांचीं चिन्हें व संयोज

नांवें.	चिन्हें.	परमाणु गुरुत्वें.	नांवें.	चिन्हें.	परमा गुरुत्वें
अंटिमनी	अं	१२२	**क्लोरीन** (हरितपीत)	क्लो	३५.५
अल्युमिनम	अ	२७.५	**गंधक**	ग	३२
आक्सिजन (आम्लज)	आ	१६	ग्लुसिनम	ग्लु	९.३
आयोडीन	आय्	१२७	**जस्त**	ज	६५
अरसेनिकम्	आर्	७५	झिर्कोनिअम	झि	८९.५
इरिडिअम्	इ	१९७	टंगस्टन	ट	१८४
इंडिअम (७६)	इं	११३	टांटालम	टा	१३८
एर्बिअम	ए	११२.६	टिट्यानियम	टि	५०
ओस्मिअम	ओ	१९९	टेल्युरिअम	टे	१२९
कथील	क	११८	डिडिमिअम	डि	९६
कार्बान(अंगार)	का	१२	**तांबें**	ता	६३.५
कीसीअम	की	१३३	थालिअम	था	२०४
कोबाल्ट	को	५९	थोरिनम	थो	११९
क्याडमिअम	क्याड्	११२	नायोबियम	ना	९७.५
क्याल्सिअम	क्याल्	४०	निकेल	नि	५९
क्रोमिअम	क्रो	५२.५	**नैट्रोजन**	नै	१४
			पलेडिअम	प	१०६.

वरील यादींत ज्या तत्वांचीं नांवें मोठ्या अक्षरांनीं लिहिलीं आहेत तीं फार विरळ असून त्यांचा उपयोग कलाकौशल्यांत होत नाहीं.

प्रमाणें यांची विल्हेवार याद.

नांवें.	चिन्हें.	परमाणु गुरुत्वें.	नांवें.	चिन्हें.	परमाणु गुरुत्वें.
पारा	पा	२००	रुबीडिअम	रुब्	८५
पोट्याशिअम	पो	३९	ऱ्होडिअम	ऱ्हो	१०४.३
प्लाटिनम	प्ला	१९७	लीथीअम	ली	७
फास्फरस (प्रकाशद)	फा	३१	**लोह**	लो	५६
फ्लोरिन	फ्लो	१९	ल्याथनम	ल्या	९२
बिस्मथ	बि	२१०	वानेडिअम	वा	१३७
बिरीलिअम	बिर		**शिसें**	शि	२०७
बेरीअम	बे	१३७	**सिलिकान**	सि	२८
बोरान	बो	११	**सुवर्ण**	सु	१९६.५
ब्रोमीन	ब्रो	८०	सेरीअम	से	९२
मग्नेशिअम	म	२४	सेलेनिअम	सेल्	७९.५
म्यांगनीझ	म्या	५५	**सोडिअम**	सो	२३
यीट्रिअम	यी	६२	स्ट्रॉन्शिअम	स्ट्रॉ	८७.५
युरेनियम	यु	१२०	**हैड्रोजन** (जलज)	है	१
रथेनिअम	र	१०४.४			
रुपें	रु	१०८			

ज्याचीं आहेत; आणि ज्यांचीं नांवें अगदीं बारीक अक्षरांनीं लिहिलीं आहेत तीं फार

प्रकरण ४.

रसायनप्रीति किंवा रसायनाकर्षण.

(२४) मागील प्रकरणांत सांगितलें आहे कीं, संयुक्त पदार्थ, दोन किंवा अधिक मूलतत्वें, म्हणजे एकाकी पदार्थ एकत्र होऊन झाले आहेत. आतां हे संयुक्त पदार्थ एकाकी पदार्थांचें केवल मिश्रण करूनच झाले आहेत, किंवा कसें, याचा विचार करूं. दोन किंवा अधिक पदार्थ फक्त एक जागीं मिसळले, म्हणजे त्यांचें रसायनरीत्या मेलन होऊन नवा संयुक्त पदार्थ उत्पन्न होत नाहीं. डाळ व तांदूळ एकत्र मिश्र केले, म्हणजे त्यांचा संयोग होत नाहीं, व त्या मिसळीच्या आंगीं निराळे धर्म येत नाहींत. परंतु हिच्यांत मसाले घालून ती शिजविली, म्हणजे त्यांचा संयोग होऊन नवा संयुक्त पदार्थ तयार होतो. तेल आणि पाणी एकत्र करून तें मिश्रण कितीही हालविलें, तरी त्यांचा संयोग न होतां तेल पाण्यावर राहतें. परंतु त्यांत थोडासा पापडखार टाकिला तर लागलाच तिहींचा संयोग होऊन, अगदीं नवा पदार्थ साबू तयार होतो. वातावरणांत आक्सिजन, नैत्रोजन, कार्बानिकआसिड वगैरे पदार्थ एकत्र मिसळलेले आहेत; तथापि त्यांचा संयोग अद्याप झाला नाहीं. यावरून हें स्पष्ट आहे कीं, पदार्थ केवळ मिश्र केल्यानें त्यांचें रसायनमिश्रण होत नाहीं. यास्तव पदार्थांचें रसायनरीत्या सम्मेलन होण्यास, त्यांच्यामध्यें परस्पर कोणत्या प्रकारचा संबंध असला पाहिजे, व दुसऱ्या कोणत्या बाह्य गोष्टींची अवश्यकता आहे याचा विचार करूं.

दोन किंवा अधिक पदार्थांचा रसायन संयोग होण्यास, मुख्य गोष्ट ही आवश्यक आहे कीं, ज्यांचा संयोग करावयाचा त्यांच्यामध्यें परस्पर रसायनप्रीति असली पाहिजे. ज्यांच्यामध्यें रसायन प्रीति नाहीं त्यांचा रसायनसंयोग होत नाहीं.

(२५) ज्या शक्तीच्या योगानें दोन किंवा अधिक एकाकी परमाणु संयोग पावून एकसंयुक्त परमाणु म्हणजे अणु बनतो, त्या शक्तीस रसायन प्रीति किंवा रसायनाकर्षण असें म्हणतात.

प्रयोग ४–एका पेल्यांत किंवा कुपींत तेल व पाणी घालावें आणि

सडकून हालवावें. तरी त्यांमध्यें रसायनप्रीति नसल्यामुळें त्यांचा संयोग न होतां, तेलाचा थर पाण्यावर जमतो.

प्रयोग ५–पाणी आणि तेल यांमध्यें जर थोडासा पापडखार टाकिला, तर त्याची रसायनप्रीति मूळच्या दोहोंशीं असल्यामुळें त्या तिघांचा एकदम संयोग होऊन साबूचें पाणी तयार होतें.

प्रयोग ६–या साबूच्या पाण्यांत जर सल्फ्युरिक आसिड (गंधकाम्ल) याचे चार थेंब टाकिले, तर लागलेंच साबूचें पृथक्करण होतें; कारण आम्ल आणि पापडखार यांची रसायनप्रीति विशेष असल्यामुळें त्यांचा संयोग होतो आणि तेल वेगळें पडतें.

प्रयोग ७–पाण्यांत फास्फरस नेहेमीं ठेवितात, परंतु तो पाण्याशीं संयोग पावत नाहीं, परंतु फास्फरसाचा तुकडा पाण्यांतून बाहेर काढताक्षणींच हवेंतील आक्सिजनाशीं संयोग पावूं लागतो. तसेंच त्यावर आयोडिनाचे चार कण टाकिले तर त्यांचा लागलाच संयोग होतो; संयोगजन्य उष्णता उत्पन्न होते व फास्फरस पेटतो.

प्रयोग ८–पोटयासिअम धातूचा लहानसा तुकडा पाण्यांत टाकावा. म्हणजे तो पाण्यावर जळतो. याचें कारण असें कीं, त्याची पाण्यांतील आक्सिजनाशीं इतकी जबर प्रीति आहे कीं, तो पाण्याचें पृथक्करण करून त्यांतील आक्सिजनाशीं संयोग पावतो, आणि संयोगजन्य उष्णतेनें पेटतो.

प्रयोग ९–हळकुंड उगाळून त्यांत थोडासा चुना घातला कीं, लाल रंग होतें. हळकुंडाच्या जागीं सुंठ उगाळून त्यांत घातली तर त्यामध्यें कांहीं रसायन फेरफार होत नाहींत.

या प्रयोगांवरून असें स्पष्टपणें लक्षांत येईल कीं, रसायनसंयोग होण्यास रसायनप्रीति ही अगदीं अवश्यक गोष्ट आहे. इच्या अभावीं संयोग होणार नाहीं. वरील प्रयोगांवरून असेंही दिसेल कीं, संयोगजन्य पदार्थांत, संयोजकपदार्थांचे रंग, रूप, स्वभाव, धर्म इत्यादि कांहीं राहात नाहींत. त्यांचा गंध, रुचि, आकार सुद्धां बदलतात. सारांश, रसायन संयोग होऊन जो पदार्थ उत्पन्न होतो त्याचें आपल्या घटकांशीं कांहीं साम्य न राहतां, अगदीं नव्या धर्माचा व नव्या रूपाचा असा तो बनतो. हें मनांत नीट ठसण्याकरितां आणखी कांहीं प्रयोग सांगतों.

प्रयोग १०—२ गुंजा गंधक व एक गुंज पारा असे खल आंत सडकून खलावे, म्हणजे गंधकाचा पिंवळा रंग व पाऱ्याची चक की जाऊन एक काळी पूड तयार होते.

प्रयोग ११—रंगहीन नैट्रिकआसिड एका कांचेच्या पेल्यांत त बूस रंगाच्या पैशावर ओतिलें, तर तांबें विरघळून निळ्या रंगाचा द्र होतो. तसेंच काळसर लोखंडाच्या तुकड्यावर जर रंगहीन सल्फ्युरि आसिड घातलें, तर हिरवागार असा हिराकसाचा द्रव होतो.

प्रयोग १२—एका कांचेच्या पेल्यांत शंखद्राव (हैड्रोक्लोरिकआ सिड) या आम्लाचे दोन थेंब टाकावे, व आमोनियाच्या द्रवाचा एक थें दुसऱ्या पेल्यांत टाकावा. आणि एक दुसऱ्यावर उपडा करावा, म्हणजे त्यांच्या संयोगापासून पांढऱ्या नवसागराच्या वाफा उत्पन्न होतील, आणि पेल्याच्या बाजूंनीं घनस्थितींत राहतील. या स्थळीं रसायनप्रीतीनें दोन द्रवांपासून एक घन पदार्थ उत्पन्न झाला.

प्रयोग १३—आलकोहोल आणि नैत्रिकआसिड, हे दोन प्रवाही पदार्थ मिश्र केले तर त्यांपासून वायु उत्पन्न होतो. दारू घन असते. तीस ठिणगी लागतांच रसायन संयोग होऊन वायु उत्पन्न होतो.

प्रयोग १४—क्लोराइड आफ क्यालसिअम यांच्या द्रवांत, सल्फ्युरिक आसिडाचे चार थेंब टाकिले कीं, या दोन द्रवांचा जिप्सम या नांवाचा एक घन पदार्थ होतो.

प्रयोग १५—कोळसा (कार्बान) आणि शुद्ध हैड्रोजन (जलजनक) यांस गंध नाहीं; परंतु गुलाबी व दुसरीं अत्तरें या दोन तत्वांपासूनच झालेलीं आहेत. चुना व नवसागर हे प्रथमतः गंधहीन असतात, परंतु तेच मिसळून हातावर सडकून घांसले म्हणजे त्यापासून दुःसह गंधाचा वायु उत्पन्न होतो.

या सर्व प्रयोगांत भिन्न भिन्न जातींच्या द्रव्यांचे रसायनरीत्या संयोग झाले. रसायन संयोग होण्यास बहुधा विजातीय पदार्थच लागतात. व संयुक्त पदार्थांचा अणु दोन किंवा अधिक विजातीय परमाणु एकत्र होऊनच सदा बनतो. परंतु एकाकी द्रव्याचा अणु त्याच द्रव्याचे परमाणु रसायनकर्षणानें एकत्र होऊन बनतो व त्याचें मूळ द्रव्याशीं साधर्म्य राहतें.

(२६) अणु व परमाणु या शब्दांचा या पुस्तकांत वारंवार उपयोग केला आहे. याकरितां त्यांचा पारिभाषिक अर्थ या स्थळीं स्पष्ट करणें अवश्यक आहे. परमाणूची व्याख्या दुसऱ्या प्रकरणांत केलीच आहे. पदार्थांचे विभागांची जेथें सीमा होते, म्हणजे ज्या विभागांचे, पुढें आणखी विभाग करितां येत नाहींत, अशा अत्यंत सूक्ष्म व अविभाज्य विभागांस परमाणु, म्हणजे परमावधीचे सूक्ष्म अणु असें म्हटलें आहे.

एकाकी किंवा संयुक्त अशा कोणत्याही पदार्थाच्या परमाणूंचा, इंद्रिय गोचर होण्याजोगा, असा जो अति अल्प समुदाय, त्यास अणु अशी संज्ञा दिली आहे.

परमाणु दृश्य नसून, त्यांच्या अस्तित्वाविषयीं इंद्रियांनीं खात्री करून घेतां येत नाहीं. परमाणु, केवळ एकाकी पदार्थाचे मात्र असतील. कारण संयुक्त पदार्थांचा कितीही सूक्ष्म भाग असला, तरी तो दोन किंवा अधिक एकाकी परमाणूंचा झालेला असतो. यास्तव पाणी, मीठ वगैरे संयुक्त पदार्थांच्या अति सूक्ष्म भागांस देखील परमाणु ही संज्ञा देणें सशास्त्र नाहीं. त्यांस अणुच म्हणावें. अणु हे एकाकी पदार्थांचे असतील, किंवा संयुक्त पदार्थांचे असतील. एकाकी परमाणु रसायनाकर्षणानें एकत्र होऊन अणु बनतात. अणु स्नेहाकर्षणानें एकत्र होऊन मोठमोठे पिंड होतात. एक अणु दोन किंवा त्यांहून अधिक परमाणूंचा होतो. एकाकी द्रव्याचा अणु दोनच परमाणूंचा असतो. यास्तव सोन्याचा किंवा आक्सिजनाचा अणु, म्हणजे त्या द्रव्याचे दोनच परमाणु असें समजण्यास हरकत नाहीं. अणु व परमाणु यांस इंग्रजींत 'मोलिक्युल' आणि 'आटम' असें म्हणतात.

कोणत्याही संयुक्त पदार्थाचे, यांत्रिकरीत्या, किंवा रसायनरीत्या कितीही सूक्ष्म भाग केले तरी, ज्या एकाकी पदार्थांचा तो संयुक्त पदार्थ बनला आहे ते आपणास प्राप्त होत नाहींत. उदाहरण, नर थोडीशी साखर घेऊन, ती कुटून कुटून तिची अतिशय बारीक पूड केली, किंवा पाण्यांत विरघळविली तर, साखरेचे तीन अवयव कार्बान, हैड्रोजन आणि आक्सिजन साखरेच्या पुडींतील प्रत्येक कणांत व साखरेच्या पाण्याच्या बिंदूंत असतीलच. यास्तव संयुक्त पदार्थाचा अगदीं सूक्ष्म

असा जो भाग तोही पूर्ववत् संयुक्त पदार्थ असतो. हा संयुक्त कण त्याच्या अवयवांचे परमाणु एकत्र होऊन झाला आहे. म्हणून अशा सूक्ष्म कणास अणु म्हणणे प्रशस्त होय.

(२७) सृष्टींतील पदार्थमात्रावर तीन प्रकारच्या आकर्षण शक्तींचा सर्व काळ व्यापार चालला आहे. त्या रसायन प्रीति म्हणजे रसायनाकर्षण, अण्वाकर्षण म्हणजे स्नेहाकर्षण, आणि गुरुत्वाकर्षण होत. या तीन ही परस्परांपासून अगदीं भिन्न आहेत. पदार्थ एकमेकांपासून कितीही दूर असोत किंवा जवळ असोत, त्यांवर परस्परांचा गुरुत्वाकर्षण व्यापार चालतो. परंतु रसायनाकर्षण आणि स्नेहाकर्षण यांची तशी गोष्ट नाहीं; जेव्हां पदार्थ अतिसूक्ष्म अंतरावर असतात, म्हणजे इतके सन्निध कीं, ते एकमेकांस लागलेसे दिसतात, तेव्हांच मात्र या शक्तींचा व्यापार चालतो. गुरुत्वाकर्षण शक्तीनें पृथ्वी व तिजवरील पदार्थ आणि चंद्र, सूर्य, नक्षत्रें इत्यादि आपआपल्या जागीं स्थित आहेत. सर्व लहान मोठे पदार्थ एकमेकांकडे या शक्तीनें ओढले जातात.

ज्या शक्तीच्या योगानें पदार्थांचे अणु अथवा कण एकत्र होऊन एकमेकांस चिकटून रहातात, त्या शक्तीस स्नेहाकर्षण, किंवा अण्वाकर्षण असें म्हणतात.

रसायन प्रीति अथवा रसायनाकर्षण एकाकी परमाणु एकत्र करून त्यांचे अणु बनविते; स्नेहाकर्षण अथवा अण्वाकर्षण, असले अणु एकत्र करून पिंड बनविते. पदार्थ लहान मोठे असले व ते कितीही अंतरावर असले तरी त्यांचा परस्परांवर गुरुत्वाकर्षणाचा व्यापार कांहीं नियमानें सर्वदां चालतो. जसजसे पदार्थ जवळ जवळ येतात, तसतशी त्यांची परस्परांविषयीं आकर्षणशक्ति वाढत जाते; आणि ते जसजसे दूर जातात तसतशी ती कमी होते. ही शक्ति अंतराच्या वर्गाच्या उलट प्रमाणानें कमजास्ती होते. तसेंच पदार्थांच्या अणूंच्या संख्येवरही हीं शक्ति अवलंबून रहाते. अणूंची संख्या जितकी कमी, तितकी त्यांची आकर्षणशक्ती कमी असते. पृथ्वी व तीवरील पदार्थ यांत पृथ्वी सर्वांहून मोठी असल्यामुळें तिकडे तिजवरील सर्व पदार्थ आकर्षिले जातात. खगोलांत सर्वांहून मोठा जो सूर्य त्याकडे ग्रह, उपग्रह इत्यादि आकर्षिले जातात. भूगोलावरील कोणत्याही पदार्थांवर पृथ्वीचें आकर्षण होऊन

जें त्यांच्या अंगीं अधःपातुकत्व येतें त्यास वजन अथवा गुरुत्व अशी संज्ञा देतात.

या तिन्हीं शक्तींमधील परस्पर भेद खालीं स्पष्ट केला आहे.

पदार्थ सजातीय असोत अथवा विजातीय असोत, लहान असोत, मोठे असोत, एकमेकांपासून कितीही दूर असोत किंवा जवळ असोत; त्यांवर परस्परांचा गुरुत्वाकर्षण व्यापार चालतो.

स्नेहाकर्षण व्यापार सजातीय अणूंमध्यें परस्पर चालतो; यापासून जो पिंड बनतो त्याच्या अंगीं नवे धर्म उत्पन्न होत नाहींत, व या शक्तीचा व्यापार अतिसूक्ष्म अंतरावर मात्र चालतो.

रसायनाकर्षण व्यापार द्रव्यांच्या बहुधां* विजातीय परमाणूंमध्यें अगोचर अंतरावर चालतो. या योगानें झालेल्या संयुक्त पदार्थांचे आंगीं त्यांच्या घटकांच्या गुणांपासून अगदीं भिन्न असे गुण येतात. व विजातीय परमाणु कांहीं नियमित प्रमाणानें मिसळिल्यास मात्र या शक्तीचा व्यापार चालतो.

स्नेहाकर्षण आणि रसायनाकर्षण यांमधील भेद चांगला मनांत ठसण्याकरितां पुढील प्रयोग करून पहावा.

प्रयोग १६—संगमरवरी दगडाचा एक तुकडा घेऊन तो हातोड्यानें फोडला तर त्याचे दोन चार तुकडे होतील. ज्या शक्तीनें हे तुकडे एकत्र चिकटून राहिले होते, व जिचा जोर हातोड्याच्या घावानें नाहींसा केला ती स्नेहाकर्षण शक्ति होय. आतां यांतील एक तुकडा थोड्याशा नैत्रिक आसिडांत टाकला म्हणजे ज्या वायूस रसायनज्ञ कार्बोनिक आसिड म्हणतात, तो वायु त्या खड्यांतून निघूं लागतो आणि संगमरवरी दगडाचा दुसरा घटकावयव चुना, नैत्रिकआसिडाशीं संयोग पावून नैट्रेट आफ क्यालसिअम हा संयुक्त पदार्थ बनतो. ज्या शक्तीनें चुना व कार्बोनिकआसिड यांस एकत्र धरलें होतें, व जिचा जोर नैत्रिकआसिडानें नाहींसा केला, ती शक्ति रसायनाकर्षण होय. जरी या शक्ति एकमेकांपासून अगदीं भिन्न आहेत, तरी त्यांचा एका गोष्टीमध्यें फार निकट सापेक्ष संबंध आहे. जेणेंकरून स्नेहाकर्षणाचा जोर

---

* बहुधां म्हणण्याचें असें कारण कीं, एकाकी द्रव्याचा अणु, रसायनाकर्षणानें सजातीय परमाणु एकत्र होऊन बनतो.

कमी होतो तेणेंकरून रसायनाकर्षणाचा व्यापार वाढतो. म्हणून स्नेहाकर्षणाच्या विरुद्ध जी प्रतिसारण शक्ति म्हणजे उष्णता, आणि घनपदार्थांतील स्नेहाकर्षण कमी करणारे आसिडासारखे दुसरे द्रावक पदार्थ हे रसायन क्रियेस फार अनुकूल असतात. तांबें आणि गंधक हे पदार्थ मिश्र केले तरी उष्णता लाविल्याशिवाय ते संयोग पावत नाहींत. तांब्याचा कोरडा नैट्रेट कथिलाच्या पत्र्यावर पसरला तर त्यांचा संयोग होत नाहीं, परंतु नैट्रेटावर पाण्याचे चार थेंब घालतांच त्यांचा संयोग होण्यास आरंभ होतो, व उष्णताही बाहेर पडते.

(२८) रसायन संयोग होण्यास रसायनाकर्षणाशिवाय दुसऱ्या कोणत्या कारणांची अवश्यकता आहे याचा आतां विचार करूं.

प्रयोग १७—फास्फरस याचा लहानसा वाटाण्या एवढा तुकडा घेऊन, टिपावयाच्या कागदांत घालून हळूच कोरडा करावा, आणि तो चमच्यांत* घेऊन दिव्यावर पेटवून आक्सिजनानें भरून ठेविलेल्या कुपींत घालावा, म्हणजे फास्फरस सतेज जळूं लागतो, व आक्सिजनवायूचा फास्फरसाशीं संयोग होऊन संयोगनिमित्तक उष्णता बाहेर पडते; तेणेंकरून ज्वलन (संयोग) क्रिया आक्सिजन संपेपर्यंत चालते. कुपींत जो संयुक्त पदार्थ होतो तो धुरासारखा पांढरा दिसतो, व तो कुपीच्या बाजूंस चिकटून राहतो; आणि पुढें कांहीं वेळानें पाण्यामध्यें पडून विरघळतो, ह्या मिश्रणास फास्फेरिक आसिडाचा द्रव म्हणतात.

प्रयोग १८—आतां याच प्रकारचा प्रयोग आक्सिजन वायूच्या जागीं क्लोरीन (हरित्पीत) वायु घेऊन करूं. पूर्वीप्रमाणें कोरडा केलेला फास्फरसाचा तुकडा पूर्ववत् न पेटवितां, क्लोरिनाच्या कुपींत घालावा, म्हणजे फास्फरस आपोआप पेटतो, व हिरवट पिंवळट रंगाची ज्योत दिसते, आणि क्लोराईड ऑफ फास्फरस हा संयुक्त पदार्थ उत्पन्न होतो. याचप्रमाणें अंटिमनी धातूची बारीक पूड करून, ती जर क्लोरिनाच्या कुपींत टाकिली, तर तीही आपोआप पेट घेते.

या प्रयोगांवरून असें अनुमान निघतें कीं, संयोग होण्यास जें उष्णमान लागतें, तें सर्व पदार्थांस सारखें लागत नाहीं. क्लोरीन व फास्फरस आणि क्लोरीन व अंटिमनी यांचा संयोग हवेंत जी उष्णता

---

* तारेस लहानसें टिंवळें बसवून केलेला हा चमचा असतो. (आ. २७ पहा).

होती त्याहून ज्यास्त उष्णता न लावितां झाला. परंतु आक्सिजन व फास्फरस यांचा त्वरित संयोग होण्यास फास्फरस प्रथम पेटवावा लागला. यास्तव निरनिराळे पदार्थांचा संयोग होण्यास भिन्न भिन्न उष्णता देणें हें एक संयोग घडण्यास अवश्य कारण आहे. पूर्वींच्या सारखे अनेक प्रयोग सांगतां येतील; परंतु पुढें निरनिराळ्या मूलतत्वांचें वर्णन करितेवेळीं पुष्कळ प्रयोग दिले आहेत. याजकरितां येथें ज्यास्त न देतां, पदार्थांचा संयोग होण्यास कांहीं नियमितच उष्णता दिली पाहिजे, हें दाखविण्याकरितां फार चमत्कारिक असा एक प्रयोग मात्र येथें देतों.

प्रयोग १९—पाण्यांत जाळ—पंचपात्री सारख्या उभ्या कांचेच्या पेल्यांत फास्फरसाचा एक तुकडा घालून तो पेला पाण्यानें चतुर्थांश भरावा. नंतर जीस मळसूत्र व वायुवाहक वांकडी नळी हीं बसविलेलीं आहेत, अशी एक पिशवी आक्सिजन वायूनें भरावी आणि ती दाबून आक्सिजन वायूचा प्रवाह तोटींतून फास्फरसावर सोडावा. फास्फरस व आक्सिजन एकत्र झाले तरी फास्फरस पेटत नाहीं. मग पेल्यांत थोडेसें कढत पाणी घालून, पुनः फास्फरसावर आक्सिजन वायूचा प्रवाह सोडावा. फास्फरस पेट न घेईल तर पुनः पेल्यांत आणखी कढत पाणी घालून पहावें. याप्रमाणें फास्फरस पेट घेईपर्यंत पेल्यांतील पाण्याचें उष्णमान कढत पाणी ओतून वाढवीत जावें. जेव्हां फास्फरस पेटतो त्या वेळीं उष्णमापक यंत्र पेल्यांतील पाण्यांत घालून पहावें, म्हणजे पाण्याचें उष्णमान बरोबर १४२° फ्या. असेल. इतकी उष्णता पेल्यांतील पाण्याची झाली म्हणजे मात्र फास्फरस पाण्यांत आक्सिजनाच्या प्रवाहानें पेटतो. म्हणजे फास्फरसाचें उष्णमान १४२° फ्या. असल्याशिवाय फास्फरस व आक्सिजन यांचा संयोग होत नाहीं.

(२९) मागील एका प्रयोगांत (प्र० १७) आपण असें पाहिलें कीं, फास्फरसाचा तुकडा प्रथम दिव्याच्या ज्योतींत पेटवून, आक्सिजनांत घातला, तेव्हां त्यांचा त्वरित संयोग होऊं लागला; आणि फास्फरसास संयोगारंभीं जी उष्णता दिली होती त्याहून अधिक उष्णता संयोग क्रियेपासून उत्पन्न झाली; व तिच्या योगानें संयोग क्रिया तशीच पुढें चालली. यावरून आक्सिजन आणि फास्फरस यांचा त्वरित संयोग होण्यास कांहीं उष्णता आरंभीं देणें अवश्य पडलें, परंतु त्यांचा संयोग

पुढें चालण्यास आणखी उष्णता द्यावी लागली नाहीं; संयोगजन्य उष्णता पुरे झाली.

आतां असा कोणी प्रश्न करतील कीं, संयोगारंभीं दिलेली उष्णता व संयोगजन्य उष्णता ह्या संयोग क्रियेस आरंभ झाल्यावर ती क्रिया तशीच पुढें चालविण्यास बस होत नाहींत, असे कांहीं पदार्थ आहेत कीं काय?

अशीं कांहीं उदाहरणें आहेत, पण तीं फार विरळा आढळतात. या जातीचें एक उदाहरण फार चमत्कारिक असून ध्यानांत ठेवण्याजोगें आहे. व यावरून आपल्या जीवनास योग्य अशा तजविजी करण्यांत ईश्वरानें किती चातुर्य खर्चिलें आहे हेंही दिसून येतें, यास्तव तें येथें सांगतों.

आक्सिजन आणि नैत्रोजन हे आपोआप संयोग पावत नाहींत. ते जर संयोग पावते, तर आपल्या जीवनास अवश्य असा जो शुद्ध आक्सिजन आपणास हवेंतून प्राप्त होतो, तो मिळाला नसता.

हवा हा पदार्थ आक्सिजन आणि नैत्रोजन या दोन वायूंचें रासायनिक मिश्रण नसून, केवळ मिश्रण आहे, असें पुढें सिद्ध करून दाखविलें आहे. एका पात्रांत हवा कोंडून त्यांत जर विद्युल्लतेची ठिणगी सोडिली तर त्यांतील आक्सिजन आणि नैत्रोजन संयोग पावून एक प्रकारच्या आसिडाच्या वाफा उत्पन्न होतात. या प्रकारच्या वाफांचा जरी अगदीं थोडा अंश पोटांत गेला, तरी त्यापासून प्राण्यास अतिशय अपकार होतो. यास्तव जर कांहीं कारणानें हवेचे घटकावयव संयोग पावून या प्रकारच्या आसिडाच्या वाफा हवेच्या ठायीं उत्पन्न होतील तर प्राणिमात्र अगदीं नाहींतसे होतील. परंतु आक्सिजन आणि नैत्रोजन यांचा संयोग होण्यास जितकी उष्णता लागते तितकी साधारणतः मनुष्यांस सहज उत्पन्न करितां येत नाहीं. डाक्तर फ्रांकलंड साहेबानें असें अनुमान काढिलें आहे कीं, या दोन वायूंचा संयोग होण्यास अदमासें ५४००° फया. उष्णमान लागतें.

तेल, मेणबत्त्या, लांकूड इत्यादि पदार्थांच्या ज्वलनापासून उत्पन्न होणारी उष्णता याहून फारच कमी असते. अतिप्रदीप्त भट्टीची आंच देखील इच्या बरोबरीस येत नाहीं; याकरितां या दोन वायूंचा संयोग होण्यास ती पुरत नाहीं.

विद्युल्लतेच्या ठिणगीची उष्णता, यांचा संयोग करण्यास पुरते. तसेंच आक्सि-हैड्रोजन नामक दिव्याच्या उष्णतेनें (सुमारें १२६००° फया.) यांचा संयोग होतो.

असें आहे तर विजा होतात किंवा कृत्रिम यंत्रानें विद्युल्लता आपण उत्पन्न करितों अथवा आक्सि-हैड्रोजन नामक दिव्याचा प्रयोग करितों, त्या वेळीं या तीव्र उष्णतेनें, हवेचे घटकावयव, आक्सिजन आणि नैत्रोजन, यांचा संयोग होऊन जीवनाशक अशा आसिडाच्या वाफा कां उत्पन्न होत नाहींत ?

ईश्वराचें अगाध चातुर्य याच स्थळीं दृष्टीस पडतें. पूर्वोक्त भागांत जे प्रयोग सांगितले, त्यांमध्यें प्रथमारंभीं दिलेल्या उष्णतेनें एकदां संयोगक्रिया सुरू झाली कीं, ती क्रिया संयोगजन्य उष्णतेनें पुढें चालत गेली; परंतु ईश्वरानें हवेच्या घटकावयवांची अशी योजना केली आहे कीं, त्यांचा संयोग होण्यास अतिशय उष्णता लागते इतकेंच नाहीं, तर इतरांप्रमाणें संयोगजन्य उष्णता, दुसऱ्या परमाणूंच्या संयोगास कारणीभूत होत नाहीं, म्हणजे जे हवेचे अणु आक्सि-हैड्रोजन दिव्याच्या किंवा विजेच्या ठिणगीच्या सन्निध असतात, त्यांचा मात्र संयोग होतो. त्यांच्या पलीकडील अणूंचा संयोग करण्यास संयोगजन्य उष्णता बस होत नाहीं. यावरून मेघ घडघडत असून विजा चमकतात किंवा कृत्रिमरीत्या वीज उत्पन्न करितों, किंवा आक्सि-हैड्रोजन दिव्याचा प्रयोग करितों, तेव्हां हवेचे सर्व घटक संयोग पावून तिचें नैट्रिकआसिड कां होत नाहीं हें वाचकांच्या सहज लक्षांत येईल. तसेंच आपल्या जीवनास अवश्य अशी जी हवा तिच्या घटकांची योजना ईश्वरानें किती शहाणपणानें केली आहे हेंही स्पष्ट दिसेल.

हवेंतील नैत्रोजनाच्या जागीं, जर हैड्रोजन असता, तर आपली अवस्था काय झाली असती याचा विचार करूं. हैड्रोजन व आक्सिजन यांचें मिश्रण पेटविलें तर मोठा अवाज होतो. म्हणून हैड्रोजन व आक्सिजन मिश्रित हवेंत दिवा किंवा दुसरे दाह्य पदार्थ पेटविण्याचा पहिलाच प्रसंग अनर्थकारक झाला असता. दिवा पेटण्याबरोबर सर्व हवेनें पेट घेतला असता, व त्यासरसा एकाएकीं येवढा मोठा बार झाला असता, कीं तेणेंकरून पृथ्वीवरील सर्व प्राणी मरण पावते.

आणि या तडाक्यांतून जे कोणी वांचते, ते बाकी राहिलेल्या $\frac{2}{5}$ हैड्रोजनांत गुदमरून जातें आणि प्राणिमात्राचा वास देखील नाहींसा झाला असता. कारण $\frac{2}{5}$ * हवा दिव्याच्या उष्णतेनें एकत्र होऊन तिचें पाणी बनलें असतें.

या प्रकारची अनर्थकारक हवा खोल खाणींत असते; आणि अशा हवेंत दिवे नेल्यानें, हजारो लोक प्राणास मुकले आहेत. या प्रकारचा वायु दगडी कोळशांच्या खाणींत नेहेमीं आढळतो. यास खाणीवाले **मार्शग्यास** आणि **लाइट कार्बुरेटेड हैड्रोजन** असें म्हणतात. हा वायु शिलाजित मिश्रित असा कोळशांच्या फटींतून बाहेर पडतो, आणि खाणींतील हवेंत मिसळतो. जर या नुसत्या वायूंत पेटलेली वात बुडविली तर ती विझते; परंतु वायु हवेच्या सन्निध पेटविला तर जळतो, आणि तेव्हां त्याची ज्योत फिकटनिळ्या रंगाची असते. १० मापें हवेंत हा वायु एक माप मिश्रित झाला म्हणजे तें मिश्रण वर सांगितल्यासारखें अनर्थकारक होतें. अशा तऱ्हेचें मिश्रण दगडी कोळशांच्या खाणींत वारंवार बनतें; आणि जर कांहीं आकस्मिक कारणानें पेटलें, तर शेंकडो लोक मरण पावतात.

हा अनर्थ टाळण्याकरतां **सर हंफ्रि डेव्हि** साहेबानें जो एक प्रकारचा रक्षक दिवा शोधून काढिला आहे, त्याची रचना कशी आहे व त्यापासून अनर्थ कसे टळतात हें सांगणें येथें प्रासंगिक असल्यामुळें सांगतों. हा दिवा खोल खाणींत काम करणारे लोक प्रकाशाकरितां नेतात. याच्या रचनेचें बीज पुढील प्रयोगांवरून ध्यानांत येईल.

प्रयोग २०—एका शिसपेनसलीवर तांब्याची जाड तार गुंडाळावी. नंतर ते तांब्याच्या तारेचें वेटाळें जर दिव्याच्या ज्योतीवर धरिलें, तर दिवा लागलाच जातो. याचें कारण काय तें पाहूं ?

दिवा एकसारखा ठेवण्यास कांहीं विवक्षित उष्णता अवश्य लागते; ती उष्णता दिवा एकवार पेटविल्यावर, दाह्य द्रव्यांतील कार्बान, हैड्रोजन वगैरे पदार्थ आणि हवेंतील आक्सिजन यांचा संयोग होऊन वरचेवर उत्पन्न होत असते.

---

* चार भाग नैत्रोजन व एक भाग आक्सिजन यांचें हवा हें मिश्रण आहे.

धातु उष्णतेचे शीघ्रवाहक असल्यामुळें दिव्याचे ज्योतींत जी संयोगजन्य उष्णता उत्पन्न होते, तींतील कांहीं अंश तांब्याचें वेटाळें शोषून घेतें, आणि या कारणानें दाह्य द्रव्यें आणि आक्सिजन यांचा संयोग होण्यास ज्योतींत उष्णता कमी पडते; म्हणून दिवा विझतो. जर तें वेटाळें तापवून लाल केलें, आणि ज्योतीवर धरिलें, तर दिवा जात नाहीं. याजवरून हें स्पष्ट आहे कीं, प्रथम जो दिवा गेला तो केवळ ज्योतींतील उष्णता तांब्यानें शोषून घेतल्यामुळें गेला. या कारणास्तव धातूंच्या तारांच्या जाळींतून दिव्याची ज्योत बाहेर जात नाहीं.

पितळ, लोखंड, किंवा तांबें यांतून कोणत्या तरी धातूच्या तारेच्या जाळीचा तुकडा, जर दिव्याच्या ज्योतीवर धरिला, तर ज्या स्थळीं जाळी धरिली असेल त्या जागीं दिव्याची ज्योत कापून टाकिली आहे कीं काय असें दिसतें. कारण, दाह्य द्रव्याची वाफ, व हवेंतील आक्सिजन यांचा संयोग होऊन जी संयोगजन्य उष्णता उत्पन्न होते, त्यांतील कांहीं अंश धातूच्या जाळीनें ओढून घेतल्यामुळें, दाह्य द्रव्याची वाफ व आक्सिजन याच्या संयोगास अवश्य लागणारी उष्णता कमी पडते, व संयोगक्रिया पुढें बंद होते; म्हणून तेथें ज्योत तोडून टाकिल्यासारखी दिसते. जाळींतून जी वाफ वर जाते त्या वाफेस बत्ती लाविली तर ती खालच्याप्रमाणें वर पेटते.

परंतु जर जाळी तापवून लाल केली आणि ज्योतीवर धरिली, तर ज्योत कापिल्यासारखी न दिसतां जाळीच्या दोहों बाजूंनीं पेटली राहते. या प्रयोगांवरून डेव्हीच्या रक्षकादिव्यानें, पेटणाऱ्या वायूपासून होणारे अनर्थ कसे टळतात हें ध्यानांत येईल.

हा दिवा साधारण तेलाचाच असतो. दिवा ठेवण्याचा कंदील धातूच्या तारेच्या जाळीचा केलेला असतो. या कंदिलाची टोपी मात्र दुहेरी जाळीची करितात. हा दिवा घेऊन खाणीवाले खाणींत काम करण्यास जातात. जर खाणींत लैट कार्ब्यूरेटेड हैड्रोजन जमला असेल, तर तो या कंदिलांत शिरतो; आणि पेटतो, तेणेंकरून कंदिलांत आगीचा लोळ दिसतो. परंतु जाळींतून तो लोळ बाहेर येत नाहीं. कंदिलांत निळ्या रंगाच्या आगीचा लोळ दिसतांच, खाणीवाल्यांस खा-

णींत लैट कार्ब्युरेटेड हैड्रोजन वायु असल्याचें कळतें, व तो एकदम बाहेर येऊन तो वायु तेथून काढून टाकण्याविषयीं उपाय योजितो.

(३०) मागील एका प्रयोगांत (प्र० १६) असें सांगितलें आहे कीं, तांब्याचा कोरडा नैट्रेट कथिलाच्या पत्र्याशीं संयोग पावत नाहीं. परंतु त्यास ओला करितांच त्यांचा संयोग होतो. म्हणजे त्यांचा संयोग होण्यास नैट्रेटाचा द्रव करून त्यास सूक्ष्म अणु स्थितींत आणावा लागतो. तसेंच जे कित्येक पदार्थ घनावस्थेंत दुसऱ्या पदार्थांशीं संयोग पावत नाहींत, ते वाय्वावस्थेंत त्वरित संयोग पावतात. उदाहरण, एक कोळशाचा तुकडा, व एक घन गंधकाचा तुकडा असे एकत्र केले तर त्यांचा रसायन संयोग होत नाहीं. परंतु गंधकाची वाफ लाल कोळशावर सोडली कीं, त्यांचा त्वरित संयोग होऊन त्यापासून **कार्बान बैसल्फाईड** या नांवाचा शीघ्रदाह्य पदार्थ उत्पन्न होतो. तांब्याच्या नैत्रेटासारख्या कित्येक पदार्थांस पाण्यांत विरघळवून त्यांचा द्रव केल्याविना ते संयोग पावत नाहींत. पाण्यांत विरघळविण्यानें विजातीय अणु एकमेकांशीं ज्यास्त सन्निध येतात. उदाहरण, कार्बोनेट आफ् सोडा आणि टार्टेरिक आसिड यांची पूड करून खूब खलली तरी त्यांचा संयोग होऊन कार्बानिक् आसिड वायु उत्पन्न होत नाहीं. परंतु त्या दोन्ही पदार्थांस पाण्यांत विरघळवून त्यांचे द्रव एकत्र केले, तर तात्काळ त्यांचा संयोग होऊन कार्बानिक आसिड वायु उत्पन्न होतो. यावरून पदार्थांचा परस्परांवर रसायन व्यापार होण्यास, त्यांमधील तत्प्रतिबंधक शक्ति नाहींशा करून, रसायन कार्य होण्यास अनुकूल अशा स्थितींत त्यांस आणिलें पाहिजे. पदार्थांचे कण परस्पर अगदीं अगोचर अंतरावर आल्याशिवाय रसायनप्रीतीचें कार्य घडत नाहीं. यास्तव पदार्थांची एकमेकांवर कार्यें होण्यास व त्यांचे रसायन संयोग होण्यास, त्यांस कोणत्या तरी रीतीनें सूक्ष्म अणु स्थितींत आणणें, ही एक रसायन संयोग होण्यास अवश्यक गोष्ट आहे.

प्रकरण ९.

रसायन संयोगाचे नियम.

२१. मागील प्रकरणांत पदार्थांचा रसायन संयोग होण्यास रसायनप्रीति, उष्णता, व पदार्थांची अणुरूप स्थिति या तिहींची अवश्यकता लागते असें सांगितलें. त्या सर्वांत रसायनप्रीति ही प्रधान होय. कारण जर पदार्थांत परस्पर रसायनप्रीति नसून, बाकीच्या सर्व गोष्टी विद्यमान असल्या तरी त्यांचा रसायन संयोग होण्यास कांहीं उपयोग होणार नाहीं. रसायनप्रीतीचें स्वरूप कथन करितांना पदार्थ कांहीं नियमित प्रमाणानें एकत्र केले पाहिजेत इतकेंच सांगितलें. तीं प्रमाणें कोणतीं याचा विचार या प्रकरणांत केला आहे.

रसायन संयोग होण्यास पदार्थ कांहीं नियमित प्रमाणानेंच घेतले पाहिजेत; अन्यथा त्यांचा संयोग होत नाहीं. हें दाखविण्याकरितां खालीं एक प्रयोग सांगितला आहे.

प्रयोग २१. निळ्या कोबीच्या पानांचा काढा एका पेल्यांत थोडासा घ्यावा. त्याचे दोन समभाग करून, दोन लहान पेल्यांत घालावे. त्यांचीं नांवें **अ** आणि **ब** अशीं ठेवावीं. आतां **अ** पेल्यांत थोडासा सोड्याचा (पापडखाराचा) द्रव घातला म्हणजे त्याचा रंग हिरवा होतो. **ब** पेल्यांत सल्फ्युरिक् आसिडाचे कांहीं थेंब टाकिले, म्हणजे त्याचा रंग तांबडा होतो. नंतर हा तांबडा द्रव हिरव्या द्रवांत थेंब थेंब ओतावा. याप्रमाणें ओततां ओततां जेव्हां तांबडा द्रव, कांहीं नियमित प्रमाणानेंच हिरव्या द्रवांत मिसळेल, तेव्हां हिरव्या द्रवाचा रंग पूर्ववत् निळा होईल. असें झाल्या नंतर जर या निळ्या द्रवांत, पुनः तांबड्या द्रवाचा आणखी एक थेंब घातला, तर निळ्याचा तात्काळ तांबडा रंग होईल. परंतु तांबड्या द्रवाचा थेंब न घालतां, जर निळ्या द्रवांत हिरव्या द्रवाचा थेंब घातला, तर निळ्याचा तात्काळ हिरवा रंग होईल.

या प्रयोगावरून आपणास असें ज्ञान होतें कीं, हिरवा व तांबडा द्रव हे कांहीं नियमित प्रमाणानेंच मिसळले, तर मूळचा निळा रंग उत्पन्न होतो. कोणता तरी एक थेंब ज्यास्त पडतांच भिन्न कार्य होतें. तांबड्या द्रवांत सल्फ्युरिक् आसिड (आम्ल) आहे, व हिरव्या द्रवांत

सोडा [आल्केली] आहे. म्हणून हीं दोन कांहीं नियमित प्रमाणानें एकत्र केलीं म्हणजे मिश्रणाचा रंग पूर्ववत् निळा होतो. कारण आसिड (आम्ल) आणि आल्केली हीं परस्परधर्मनाशक आहेत. म्हणजे आसिडाचें कार्य आल्केली नाश करिते व आल्केलीचें कार्य आसिड नाहींसें करितें; म्हणून तांबडा व हिरवा द्रव एकत्र केल्यानें आम्लानें झालेला तांबडा रंग व आल्केलीनें झालेला हिरवा रंग हे दोन्हीं नाहींसे होऊन दोहों द्रवांस मूळचा निळा रंग येतो.

सल्फ्युरिक आसिड [गंधकाम्ल] व निळ्या कोबीचा काढा हे पदार्थ नसतील तर त्यांच्या ऐवजीं अनुक्रमें चिंच किंवा आमसोल यांचा द्रव, व निळ्या गोकर्णीच्या फुलांचा काढा हे पदार्थ घेऊन, वरच्या तऱ्हेचा, प्रयोग करितां येईल. एका कांचेच्या पेल्यांत गोकर्णीचा काढा थोडासा घ्यावा आणि दुसऱ्या पेल्यांत शुद्ध पापडखाराचा द्रव घ्यावा. गोकर्णीच्या द्रवांत चिंचेच्या द्रवाचे दोन थेंब घालतांच त्याचा रक्तवर्ण होईल. आतां यांत पापडखाराचा द्रव कांहीं नियमित प्रमाणानेंच मिसळिला, म्हणजे मात्र गोकर्णीच्या काढ्यास मूळचा निळा रंग येईल. गोकर्णीच्या काढ्याच्या ऐवजीं, निळ्या लिटमसाचा काढा घेतल्यास प्रयोग ज्यास्त मजेचा होईल.

आपल्या खाण्याच्या मिठाचें पृथक्करण केलें तर, त्याचे घटक क्लोरीन आणि सोडिअम हे ३५$\frac{1}{2}$: २३ या नियमित वजनाच्या प्रमाणानेंच एकत्र होऊन मीठ झालें आहे असें आढळतें. पाणी हैड्रोजन २ भार, व आक्सिजन १६ भार एकत्र होऊन झालें आहे. याप्रमाणें हरएक संयुक्त पदार्थ त्याचे घटकावयव कांहीं नियमित वजनाच्या प्रमाणानें एकत्र होऊन झाले आहेत असें आढळतें. केवळ मिश्रणांत व रासायनिक मिश्रणांत फरक तो हाच. रासायनिक मिश्रणामध्यें संयुक्त पदार्थांचे घटक नियमित प्रमाणानें एकत्र झाले असून घटकांच्या धर्मांपासून अगदीं भिन्न असे धर्म संयुक्त पदार्थांचे आंगीं येतात, व त्यांचे घटक यांत्रिकरीत्या वेगळे करितां येत नाहींत.

पुढील एका प्रकरणांत आक्सिजन व हैड्रोजन यांपासून संयोगीकरणाच्या रीतीनें पाणी तयार करण्याचा प्रयोग सांगितला आहे. (प्रकरण ११ पहा.) त्यांत आक्सिजन व हैड्रोजन हे जरी भलत्याच प्रमाणानें

मिश्र केले, तरी २ : १६ याच प्रमाणानें संयुक्त होऊन पाणी होतें; बाकी वायु जसेचे तसेच शिलक राहतात. हिंगूळ हा गंधक आणि पारा हे अनुक्रमें ३२ : २०० याच प्रमाणानें एकत्र होऊन झालेला आहे. खडू, ४४ भार कार्बानिक आसिड वायु आणि ५६ भाग चुना यांचा बनला आहे. तसेंच नवसागर ३५½ भार क्लोरीन आणि १८ भार अमोनिया एकत्र होऊन झाला आहे; असें पृथक्करण क्रियेच्या आधारें समजतें. जर एका विवक्षित स्थळांतील कांहीं संयुक्त पदार्थ घेऊन त्यांचें पृथक्करण केलें, तर त्यांच्या घटकांमध्यें जीं प्रमाणें सांपडतात तीं आणि त्याच पदार्थांचें दुसऱ्या स्थळीं पृथक्करण करून जीं प्रमाणें निघतात तीं यांमध्यें कांहीं भेद असत नाहीं. येथचें पाणी घेतलें, आफ्रिकेंतलें घेतलें, ध्रुवाकडील प्रदेशांतलें घेतलें, बर्फ घेतलें, किंवा पाण्याची वाफ घेतली, पावसाचें पाणी असो किंवा दंवाचें असो, या सर्वांचें निरनिराळें जरी पृथक्करण केलें तरी पाण्याचे घटक, जे हैड्रोजन आणि आक्सिजन, त्यांमध्यें २ : १६ हेंच वजनाचें प्रमाण नित्य सांपडतें. याकरितां विवक्षित संयुक्त पदार्थांचें एक वेळ सूक्ष्म व यथार्थ रीतीनें पृथक्करण करून त्यांच्या घटकांचीं प्रमाणें काढिलीं कीं बस आहेत. तीं प्रमाणें त्याच जातीच्या सर्व पदार्थांत असावयाचींच. चीन देशांतील हिंगूळ व येथला हिंगूळ* एकच; येथलें मीठ व इंग्लंड देशांतील मीठ एकच; युरोपांत जो संगमरवरी दगड सांपडतो त्याची रसायन घटना, व एशिया खंडांत जो सांपडतो त्याची रसायन घटना, एकसारखीच असते. यास्तव रसायन संयोगाचा सर्व व्यापक पाहिला नियम खालीं लिहिल्याप्रमाणें रसायनशास्त्रवेत्त्यांनीं बांधिला आहे.

१. मूलतत्वें किंवा संयुक्त द्रव्यें वजनाच्या कांहीं नियमित प्रमाणानेंच एकत्र होऊन सर्व रसायनसंयोगी पदार्थ झाले आहेत.

पाणी आणि मीठ हे संयुक्तपदार्थ एकाकी पदार्थच एकत्र होऊन झाले आहेत. परंतु संगमरवरी दगड, हा कार्बानिक आसिड [अंगाराम्ल] वायु व चुना हे दोन संयुक्तपदार्थ एकत्र होऊन झालेला आहे.

---

* हा व दुसरे पदार्थ या कलमांत सांगितले आहेत ते शुद्धावस्थेंतील असें समजावयाचें.

वरील नियम, जे संयुक्तपदार्थ साक्षात् मूलतत्वांपासून झाले आहेत त्यांस व जे संयुक्तद्रव्यें एकत्र होऊन झाले आहेत त्यांस, एकसारखा लागू आहे.

एकाकी किंवा संयुक्तपदार्थ, दुसऱ्या पदार्थांशीं वजनाच्या कोणत्या प्रमाणानें मिश्र होतात, तीं प्रमाणें पृथक्करणानें बसवितां येतील; व हीं प्रमाणें समजलीं म्हणजे रसायनक्रिया करणारास किती सुलभ पडेल हें उघड आहे; त्यास एकादा संयुक्तपदार्थ करणें झाल्यास तो त्याचे घटक-पृथक्करणानें समजलेल्या नियमित प्रमाणांनींच मिश्र करील. तसेंच एकाद्या संयुक्त पदार्थाचे घटक अमुक आहेत असें त्यास कळलें तर ते अमुकच प्रमाणानें मिश्र झाले आहेत असें त्यास सांगतां येईल. यावरून समजलेलीं जीं प्रमाणें त्यांचा व्यवहारांत किती उपयोग आहे तो पहा ! कारागीर, शिल्पकार वगैरे यांस हा नियम माहीत असेल तर, ते कापडाचे रंग, सुके रंग, औषधी, धातूंचे जोड, हीणधातु, कांच, साबण पापडखार वगैरे दुसरे रसायन संयोगी पदार्थ करण्यामध्यें जे जिन्नस, लागतात ते अगदीं वाया जाऊं देणार नाहींत. कारण त्यांना पक्कें माहीत होईल कीं, विवक्षित संयुक्तपदार्थ करण्यास घटक अमुकच नियमित प्रमाणानेंच मिसाळिले पाहिजेत. अधिक उणें प्रमाण झालें तर पदार्थ वायां जातील व भट्टी नीट उतरणार नाहीं.

(३२) रसायनसंयोगाच्या या पाहिल्या नियमावरून सर्व मूलतत्वें कांहीं नियमित काईम प्रमाणानेंच मिश्र होऊन संयुक्तपदार्थ बनले आहेत, असें सिद्ध आहे. आतां अशी आशंका येते कीं, जर तींच तत्वें अन्य प्रमाणांनीं एकत्र केलीं तर भिन्न पदार्थ उत्पन्न होतात किंवा कसें? तींच तत्वें जर निरनिराळ्या अशा वजनाच्या प्रमाणांनीं मिश्र केलीं तर भिन्न भिन्न रूपाचे व धर्माचे असे पदार्थ उत्पन्न होतात, व असे पदार्थ सृष्टींत अनेक सांपडतात. तर या प्रमाणांत कांहीं नियम आहे किंवा नाहीं तें पाहूं.

(१) रसकापूर—२०० भार पारा + ३५ $\frac{१}{२}$ भार क्लोरीन (हरित्पीत)

रसपुष्प (करोझिव्ह—२०० भार पारा+७१ भार हरित्पीत. सब्लिमेट)

(२) नैत्रोजन एकाक्साइड—२८ भार नैत्रोजन+१६ भार आक्सिजन.

नैत्रोजन द्विआक्साइड—२८ .. ..+३२ ....

नैत्रोजन त्रिआक्साइड—२८ .. ..+४८ ....

नैत्रोजन चतुराक्साइड—२८ .. ..+६४ ....

नैत्रोजन पंचाक्साइड—२८ .. ..+८० ....

(३) पाणी———— २ भार हैड्रोजन +१६ भार आक्सिजन. पर आक्साइड.

आफ् हैड्रोजन———२ .. ..+३२ ....

(१) या सदराखालील दोनही पदार्थ पारा व हरित्पीत वायु यांपासूनच झाले आहेत. दोहोंत पाऱ्याचें प्रमाण सारखेंच आहे. परंतु दुसऱ्यांत पहिल्याच्या दुप्पट क्लोरीन (हरित्पीत) आहे. ज्यांत हरित्पीत आहे असा दुसरा कोणताही पदार्थ घेतला तरी त्यामध्यें हरित्पीताचें प्रमाण ३५$\frac{1}{2}$ किंवा याच्या कांहीं पूर्णपट असें सांपडतें.

(२) आणि (३) या सदराखालीं जे पदार्थ आहेत त्यांत पहिल्या वायूचीं प्रमाणें सारखींच आहेत. परंतु आक्सिजन भिन्न भिन्न प्रमाणांनीं मिश्र झालेला असून त्यांतील अगदीं जें लहान प्रमाण १६, त्याच्या दुप्पट, तिप्पट, चौपट, अशीं बाकीचीं प्रमाणें आहेत. म्हणजे कोणत्याही पदार्थांत आक्सिजन १६ हून ज्यास्त भार मिश्र होत असेल तर १६ पुढें ३२ च भार आक्सिजन मिश्र होईल. मध्यंतरीं १६$\frac{2}{3}$, १६$\frac{3}{4}$, १९२०,२४ इत्यादि मानानें कधीं मिश्र होणार नाहीं. ३२ भाराहून ज्यास्त आक्सिजन मिश्र होत असेल तर ४८ भारच आ० असला पाहिजे; याप्रमाणें पुढें. सारांश, आक्सिजनाचें जें अगदीं लहान प्रमाण आहे, त्याच्या कांहींपटच मात्र त्याचीं महत्संयोजक प्रमाणें असतात.

याप्रमाणें जे दोन किंवा अधिक तत्वांपासून झालेले अनेक पदार्थ आहेत, त्यांच्या पृथक्करणांपासून त्यांच्या घटकांमध्यें हाच नियम आढळतो. यावरून रसायनशास्त्रज्ञांनीं रसायन संयोगाचा दुसरा नियम असा ठरविला आहे.

(२) जेव्हां एक पदार्थ, दुसऱ्या पदार्थांशीं एका प्रमाणाहून अधिक प्रमाणांनीं संयोग पावतो, तेव्हां त्याचीं महत्प्रमाणें, पहिल्या म्हणजे अगदीं लघुप्रमाणाच्या कांहीं पूर्णपट असतात.

(३३) हा नियम **डाल्टन** या नांवाच्या शास्त्रज्ञानें शोधून काढिला; व तत्वें, आपल्या संयोजक प्रमाणाच्या कांहीं पटीनेंच कां मिश्र होतात याचीं कारणें शोधीत असतां त्याणें द्रव्याची परमाणुघटितता म्हणजे सकल द्रव्यें परमाणूंनीं घटित आहेत अशी कल्पना बसविली.

डाल्टन याणें अशी कल्पना केली कीं, ज्या वेळीं द्रव्याचे विभाग परमाणूंस पोंचतात, त्या वेळीं द्रव्याची विभाज्यता खुंटते, आणि परमाणु हेंच द्रव्याचे अति सूक्ष्म व अविभाज्य असे विभाग असतात. व सर्व पदार्थांच्या परमाणूंचे अकारहीं सारखे असतात. या प्रकारचा परमाणु प्रत्यक्ष दाखवितां येणार नाहीं. व प्रयोगद्वारांही त्याचें अस्तित्व सिद्ध करितां येणार नाहीं. तथापि अशा तऱ्हेचे सूक्ष्म परमाणु एकत्र होऊन तत्वें झालीं आहेत अशी कल्पना सहज करितां येते. आतां हैड्रोजनाच्या १६ पट आक्सिजन जड आहे, १४ पट नैत्रोजन आहे; अथवा १।१६।१४ हीं अनुक्रमें या तिहींचीं संयोजक प्रमाणें आहेत. लोखंडाहून तांबें जड असतें; तांब्याहून रुपें, व रुप्याहून सोनें जड आहे. यांमधील हा परस्पर संबंध यांच्या परमाणूंमध्येंही अवश्य असला पाहिजे. एका सोन्याच्या कांडीचे चार पांच सारख्या आकाराचे तुकडे पाडून पृथक् जोखिले तरी त्यांचीं वजनें सारखीं भरतील. तद्वत् विवक्षित द्रव्याचे निरनिराळे परमाणु घेतले तरी त्यांचीं वजनें समान असलीं पाहिजेत. परमाणु हा अति सूक्ष्म, अविभाज्य, व छिद्रहीन असा द्रव्याचा भाग असल्यामुळें, जेव्हां दोन चार परमाणु एकत्र होतील तेव्हां ते एकमेकांस भेदून परस्पर संयुक्त पावणार नाहींत हें उघड आहे. याकरितां त्यांचा संयोग ते एकमेकांजवळ अति निकट राहूनच झाला पाहिजे. या स्वतःसिद्ध गोष्टीवरून **डाल्टन** याणें पुढील चार सिद्धवद्गृहीत पदें घेऊन रसायन संयोगाच्या नियमांचें स्पष्टीकरण अति सुलभ व उत्कृष्ट रीतीनें केलें आहे.

१. द्रव्य परमाणु घटित आहे.

२. एकाच जातीच्या द्रव्याच्या परमाणूंचीं वजनें परस्पर समान असतात.

३. भिन्न भिन्न जातीच्या परमाणूंस भिन्न भिन्न वजनें असतात.

४. जेव्हां रसायन संयोग होतो, तेव्हां द्रव्याचे परमाणु एकमेकांत शिरत नाहींत. तर परमाणु एकमेकांजवळ अति निकट राहून त्याचा संयोग होतो.

परमाणु अविभाज्य व नियमित गुरुत्वधारी आहेत; व असे परमाणु एकमेकांजवळ निकट राहून संयोगी पदार्थ झाले आहेत. याकरितां जेव्हां दोन किंवा अधिक द्रव्यांच्या परमाणूंचा संयोग होतो तेव्हां संनिकट ठेविलेल्या द्रव्यांच्या परमाणूंचीं वजनें नियमित व भिन्न भिन्न असलींच पाहिजेत. आतां दोन किंवा अधिक जातींच्या परमाणूंचीं जीं भिन्न वजनें, त्यांसच रसायन संयोगाच्या पहिल्या नियमांत संयोजक प्रमाणें असें म्हटलें आहे. उदाहरणार्थ पाणी घेऊं. पृथक्करणावरून असें समजतें कीं, पाणी हें हैड्रोजनाचे दोन परमाणु व आक्सिजनाचा एक परमाणु एकत्र होऊन झालें आहे. हैड्रोजनाच्या एका परमाणूच्या वजनाच्या १६ पट वजन आक्सिजनाच्या एका परमाणूचें आहे. म्हणून पाणी हें २ भार हैड्रोजन व १६ भार आक्सिजन या वजनाच्या नियमित प्रमाणानेंच झालें आहे, असें म्हणतात. परमाणु नियमित गुरुत्वधारी असल्यामुळें हे दोन पदार्थ या व्यतिरिक्त वजनाच्या प्रमाणांनीं कधीं संयुक्त होणार नाहींत.

तसेंच परमाणु अविभाज्य असल्यामुळें जर एकाद्या द्रव्याचे एकाहून ज्यास्त परमाणु दुसऱ्या द्रव्याच्या परमाणूशीं संयोग पावत असतील, तर एकाची कांहींपट इतकेच परमाणु घेतले पाहिजेत. कारण परमाणूंचा अर्ध, पाव, तृतीयांश घेतां येत नाहीं.

(३४) अतिसूक्ष्म रीतीच्या पृथक्करणांवरून असें समजलें आहे कीं, १६ भार आक्सिजन व ५६ भार लोखंड यांचा संयोग होतो; व ३२ भार गंधक व ५६ भार लोह यांचा संयोग होतो, आणि गंधक आणि आक्सिजन हे अनुक्रमें ३२ : १६ याच वजनाच्या प्रमाणानें संयोग पावतात. अशीं उदाहरणें आणखी शेंकडो आहेत. यावरून रसायन संयोगाचा तिसरा नियम असा बांधिला आहे.

(३) जर दोन पदार्थ, तिसऱ्या पदार्थांशीं कांहीं नियमित वजनाच्या प्रमाणांनीं संयोग पावतील आणि जर त्या दोहोंचा परस्पर संयोग होत असेल, तर ते परस्पर त्याच वजनाच्या प्रमाणांनीं संयोग पावतात.

हा नियम परमाणु कल्पनेवरून असा समजावितां येतो. प्रत्येक द्रव्याच्या परमाणूस कांहीं नियमित वजन असतें. मग तो परमाणु एका पदार्थाशीं संयोग पावो किंवा दुसऱ्या पदार्थाशीं संयोग पावो. यास्तव दोन प्रकारचे परमाणु तिसऱ्या जातीच्या परमाणूंशीं संयोग पावत असतां, जें त्यांचें वजन असेल तेंच वजन ते परस्पर संयोग पावत असतांही असलें पाहिजे.

(३९) ज्याअर्थीं सर्व तत्वें वजनाच्या कांहीं नियमित प्रमाणांनींच परस्पर संयोग पावतात, त्याअर्थीं हीं प्रमाणें दर्शविणाऱ्या कांहीं संख्या बसवितां येतील. प्रत्येक पदार्थ कांहीं स्थापित प्रमाणानेंच मात्र दुसऱ्या पदार्थांशीं संयोग पावतो. याकरितां संयोजक प्रमाणें दर्शविणाऱ्या संख्या सर्व तत्वांस निरानिराळ्या असल्या पाहिजेत. या संख्या प्रत्यक्ष पृथक्करणानेंच समजणार आहेत. पृथक्करणावरून असें समजलें आहे कीं, आक्सिजनाचें संयोजक प्रमाण, हैड्रोजनाच्या १६ पट आहे. म्हणजे हैड्रोजनविशिष्ट संयुक्त पदार्थांत, हैड्रोजनाचें जें लघुप्रमाण असतें, त्याच्या सोळापट, आक्सिजन विशिष्ट संयुक्त पदार्थांत आक्सिजनाचें वजनाच्या मानानें लघुप्रमाण असतें. तसेंच कार्बानाचें संयोजक प्रमाण, हैड्रोजनाच्या १२ पट आहे. नैत्रोजनाचें १४ पट; गंधकाचें ३२ पट, आणि लोखंडाचें ५६ पट आहे. याप्रमाणें नानाविध द्रव्यांच्या पृथक्करणापासून सर्व तत्वांचीं संयोजक प्रमाणें समजलीं म्हणजे, हीं प्रमाणें दर्शविण्याकरितां क्रमवार संख्या ठरवितां येतील. संख्या कोणत्याही क्रमानें ठरविल्या तरी एकच आहे; मात्र त्यामधील परस्पर संबंध नित्य राखिला पाहिजे. उदाहरण, जर आम्ही लोखंडाच्या मायीं एक मारिला, तर नैत्रोजन $\frac{१४}{५६} = \frac{१}{४}$ होईल; आ० $\frac{१६}{५६} = \frac{२}{७}$ इत्यादि. तसेंच आक्सिजन एक कल्पिला तर, हैड्रोजन $\frac{१}{१६}$, का० $\frac{३}{४}$, गं० २, अशीं होतील. सर्व तत्वांमधील परस्पर संबंध जे आहेत ते नित्य आहेत. यास्तव कोणत्या तरी एका तत्वाचें संयोजक प्रमाण दर्शविणारी संख्या एकं स्थानीं कल्पून त्यावरून बाकीच्यांचीं संयोजक प्रमाणें बसवावीं. प्रस्तुत-

काळीं रसायनवेत्त्यांत हीं प्रमाणें दर्शविणाऱ्या दोन प्रकारच्या संख्या वहिवाटींत आहेत. पृथक्करणाच्या कामांत आक्सिजनाचें संयोजक प्रमाण १०० कल्पून काढिलेल्या संख्यांचा उपयोग कारितात. परंतु **डाल्टन** साहेबानें सर्वांत अति हलका पदार्थ जो हैड्रोजन, त्यासच एकं स्थानीं कल्पून बाकी तत्वांचीं संयोजक प्रमाणें बसविलीं आहेत. सर्व मूल तत्वें हैड्रोजनापेक्षां जड आहेत, म्हणून सर्वांचीं संयोजक प्रमाणें एकाहून ज्यास्त आहेत. म्हणून रसायनशास्त्राचें अध्ययन प्रथमच करणारांस ध्यानांत ठेवण्यास या संख्या फार सुलभ आहेत; व याच तिसऱ्या प्रकरणांत तत्वांच्या कोष्टकांत दिल्या आहेत.

(३६) या संख्यास "संयोजक प्रमाणें" अशी संज्ञा दिली आहे; कारण कीं, पदार्थ एकमेकांशीं वजनाच्या ज्या प्रमाणानें संयोग पावतात तीं प्रमाणें या संख्या दाखवितात. **डाल्टन** साहेबानें यांस त्या त्या तत्वांची "परमाणु गुरुत्वें" अशी संज्ञा दिली आहे. याचें कारण असें आहे कीं, परमाणु हे द्रव्याचे अति सूक्ष्म व अविभाज्य असे विभाग आहेत, व हीं प्रमाणें अशा परमाणूंमध्यें सुद्धां नित्य असतात. यास्तव या संख्या निरनिराळ्या तत्वांच्या परमाणूंचीं वजनेंच त्याणें कल्पिलीं आहेत. परंतु शिकणारांनीं हें लक्षांत ठेविलें पाहिजे कीं, परमाणूंचीं हीं स्वतंत्र वजनें नसून, हीं फक्त साक्षेप किंवा अन्योन्य संबंध दाखविणारीं वजनें आहेत. यांस पूर्वीं "सममूल्यांश" अशीही संज्ञा देत असत. परंतु आलीकडील शोधांवरून ती यथार्थ नाहीं व तिचा अर्थ भिन्न आहे असें ठरलें आहे.

(३७) शेंकडो प्रयोगांवरून असें सिद्ध झालें आहे कीं, संयुक्त पदार्थाचें संयोजक प्रमाण दाखविणारी संख्या, ज्या तत्वांचा तो पदार्थ बनला असेल त्यांच्या संयोजक प्रमाण दर्शविणाऱ्या संख्यांच्या बेरजे बरोबर असते. यास्तव या प्रयोगसिद्ध गोष्टीस कित्येक रसायनवेत्ते रसायन संयोगाचा चवथा नियम मानितात. उदाहरण, पाणी हें सोळा भार आक्सिजन व दोन भार हैड्रोजन एकत्र होऊन झालें आहे. म्हणून यांची बेरीज म्हणजे १८ पाण्याचें संयोजक प्रमाण नित्य दर्शविते. ही स्वतःसिद्धच गोष्ट आहे कीं, संयुक्त पदार्थाचें वजन त्याच्या संघायक

तत्वांच्या वजनाच्या बेरजे बरोबर असावें. "या नियमास संयुक्त प्रमाणाचा नियम" असें म्हणतात.

या प्रकरणांत सांगितलेले रसायन संयोगाचे चार नियम हे रसायन शास्त्रांचे मूळ पायाभूत होत.

(३८) **ड्यूलांग** व **पोटिट** यांणीं शोधून काढिलेला पुढील नियम तत्वांचीं परमाणु गुरुत्वें ठरविण्यास बहुत उपयोगीं पडतो, व धातु वगैरे घन पदार्थ ज्यांस वायुरूप करण्यास फार कठीण जातें, त्यांचीं परमाणु गुरुत्वें याच नियमाच्या आधारें बसविलीं आहेत.

कोणत्याही एकाकी पदार्थाची विशिष्ट उष्णता व त्याचें परमाणु गुरुत्व यांचा गुणाकार नित्य ६·२ असतो. *

यावरून असें दिसतें कीं, कोणत्याही मूलतत्वाच्या एका परमाणूस विवक्षित उष्णमान देण्यास जितकी उष्णता लागते, तितकीच उष्णता सर्व द्रव्यांच्या परमाणूंस तितकें उष्णमान देण्यास लागते. म्हणून १४ भार नैत्रोजन, २३ भार सोडिअम व १०८ भार रूपें यांस विवक्षित उष्णमान देण्यास सारखी उष्णता लागते. अर्थात प्रत्येक तत्वाच्या परमाणु गुरुत्वाची विशिष्ट उष्णता सारखी असते.

---

* या नियमास हैड्रोजन व आक्सिजन हे अपवाद आहेत.

प्रकरण ६.

वाय्वाकार मानांचा नियम.

(३९) पदार्थांचा संयोग करण्यास व वजनाच्या कोणत्या प्रमाणानें निरनिराळे पदार्थ एकत्र केले पाहिजेत हें मागील प्रकरणांत सांगितलें. वायुरूपी पदार्थांचीं वजनें बरोबर रीतीनें करण्यास फार आयास पडतात. पुष्कळ श्रम अंतींही वजनामध्यें चुका होण्याचा संभव असतो. याकरितां संयोग करितांना वायुरूपी पदार्थ याहून दुसऱ्या कोणत्या तरी प्रमाणांनीं घेतां येतील किंवा नाहीं याचा विचार केला पाहिजे. आता वायुरूपी पदार्थ, आपणास पाहिजे तेवढ्या वजनाचा घेण्यापेक्षां, तो अमुक आकार मानाचा म्हणजे अमुक मापें घेण्याचा अधिक सुलभ आहे. यास्तव पदार्थांचीं संयोजक वजनें व संयोजक आकारमानें यांमध्यें कांहीं नियमित संबंध आहे किंवा नाहीं हें पाहूं.

(४०) सर्व जातीचे अप्रवाही व प्रवाही पदार्थ उष्णतेनें एकसारखे विस्तृत होत नाहींत; व उष्णता कमी केल्यानें एकसारखे आकुंचितही होत नाहींत. परंतु प्रत्यक्ष प्रयोगांवरून असें अनुभवास आलें आहे कीं, सर्व प्रकारचे पदार्थ वायुरूप स्थितींत असतां, त्यांवर उष्णतेचीं कार्यें सर्वदां एकसारखीं होतात; म्हणजे ते समावस्थेंत (समउष्णमानावर व हवेच्या सम दाबावर) असतां एकसारखे विस्तृत व आकुंचित होतात. समावस्थेंत घेण्याचें असें कारण आहे कीं, उष्णतेनें इतर पदार्थांप्रमाणें वायुरूपी पदार्थही विस्तृत होतात. यास्तव दोन पदार्थांचे आकार दोन निरनिराळ्या उष्णमानांवर पाहिले तर, समोष्णमानावर त्यांच्या आकारांत परस्पर संबंध काय असतो हें कळणार नाहीं. तसेंच हवेच्या ज्यास्त कमी दाबाप्रमाणें वायु ज्यास्त कमी आकुंचन पावतात. हवेचा दाब ज्यास्त असेल तर ते ज्यास्त आकुंचित होऊन, कमी जागा व्यापितात; आणि कमी असेल तेव्हां जास्त जागा व्यापितात. याकरितां निरनिराळ्या वायुरूपी पदार्थांच्या आकारांमध्यें परस्पर संबंध काय आहे, याचा विचार करिते वेळीं समावस्थेंत म्हणजे समोष्णमानावर व हवेच्या सम दाबावरच त्यांचे आकार मापिले पाहिजेत. युरोपखंडांत या प्रकारचे प्रयोग करिते वेळीं त्या. उष्णमापकांत ६०° पारा व वायु माप-

कांत ३० इंच पारा या इयत्ता घेत असतात. या देशांत फ्या० उष्णमापकांत ८०° पारा व वायुभार मापकांत समुद्र कांठीं ३० इंच व घाटावर २८ इंच पारा या इयत्ता घ्याव्या.

(४१) वर सांगितलें कीं, वायुरूपी पदार्थांचे आकार मापणें हें त्यांचें बरोबर वजन करण्यापेक्षां अधिक सुलभ आहे. हें कसें सुलभ आहे व आकारमान कसें मापितात हें सांगून त्यांच्या आकारांच्या परस्पर संबंधाविषयीं विचार करूं.

वायुरूपी पदार्थांचे आकार एके कांचेच्या नळीनें मापितात. या नळीचें एक तोंड बंद असून, यांत किती घन इंच वायु मावतो हें समजण्याकरितां तीवर रेषा कोरलेल्या असतात. (आकृति १ पहा.) जेव्हां वायु मापावयाचा असतो, तेव्हां या नळींत पाणी भरून ती पाण्यानें भरलेल्या वायुपात्रांत उपडी करावी. नंतर इजमध्यें जो वायु मापावयाचा असेल तो तिच्या तोंडावाटे आंत घ्यावा. म्हणजे हलका वायु नळीच्या वरच्या भागीं जाऊन तितकें पाणी बाहेर जातें. मग तो किती घन इंच जागा व्यापितो हें नळीवरील छेदांवरून समजतें.

(४२) या रीतीनें ६०° फ्या. उष्णमानावर आणि वायुभार मापकांत पारा ३० इंच उंचीवर असतां वायुरूपी पदार्थांचीं संयोजक वजनें किती जागा व्यापितात तें पाहूं. याकरितां मागील प्रकरणांत तत्वांचीं संयोजक प्रमाणें किंवा परमाणु गुरुत्वें दर्शविणाऱ्या ज्या संख्या दिल्या आहेत, तितके त्या त्या तत्वांचे ग्रेन घ्यावे. आणि प्रथमतः हैड्रोजन वायु एक ग्रेन भार बरोबर वजन करून त्यास वरील अनुक्रमिक छेदांकित नळींत घातल्यानें किती घन इंच जागा तो व्यापितो तें पहावें. म्हणजे असें आढळेल कीं, १ ग्रेन हैड्रोजन—४६·६६ घन इंच जागा व्यापितो.

आक्सिजन वायूचें संयोजक प्रमाण हैड्रोजनाचे १६ पट आहे. याकरितां १६ ग्रेन भार आक्सिजन, वरील छेदांकित नळींत घालून किती जागा व्यापितो तें पाहिलें, तर जितके घन इंच जागा १ ग्रेन भार हैड्रोजनानें व्यापिली होती, तितकेच घन इंच जागा १६ ग्रेन आक्सिजन व्यापील. तसेंच ३५$\frac{1}{2}$ ग्रेनभार क्लोरीन वायु त्या नळींत घालून पाहिला तर, तोही तितकीच जागा व्यापील; १४ ग्रेनभार नैट्रो-

जन घेतला तरी तोही तितकीच जागा व्यापील. सदरील चार वायूंचीं जीं वजनें घेतलीं तीं, त्यांचीं संयोजक प्रमाणें किंवा परमाणु गुरुत्वें दर्शविणाऱ्या ज्या संख्या आहेत तितके ग्रेन घेतलीं होतीं. म्हणून १ ग्रेन हैड्रोजन, १६ ग्रेन आक्सिजन, ३५½ ग्रेन क्लोरीन, आणि १४ ग्रेन नैत्रोजन यांनीं समावस्थेंत सारखे घन इंच जागा व्यापिली. यास्तव या चार तत्वांची परमाणु गुरुत्वें किंवा संयोजक प्रमाणें समावस्थेंत सारखी जागा व्यापितात. यास्तव या चार वायूंचीं कांहीं परिमाणें प्रयोगांत घेणें असल्यास, संयोजक प्रमाणां इतकीं त्यांचीं वजनें घेतलीं काय, आणि समावस्थेंत त्यांचे समाकार घेतले काय, एकच आहे.

१ ग्रेन हैड्रोजन, १६ ग्रेन आक्सिजन, ३५½ ग्रेन क्लोरीन आणि १४ ग्रेन नैत्रोजन यांनीं जी सारखी जागा व्यापिली, ती ४६·६६ घन इंच होय. पदार्थांचीं विशिष्ट गुरुत्वेंही त्यांच्या समाकाराच्या वजनांमधील परस्पर संबंध दाखविणाऱ्या संख्या होत. १।१६, ३५½, आणि १४ ग्रेन, हैड्रोजन, आक्सिजन, क्लोरीन, नैत्रोजन, याच्या समाकारांचीं वजनें आहेत, म्हणून त्यांचीं विशिष्ट गुरुत्वेंही १, १६, ३५½, १४ हीं अनुक्रमें होत. याच संख्या त्यांचीं संयोजक प्रमाणेंही आहेत. अतएव या चार तत्वांचीं संयोजक प्रमाणें व हैड्रोजन एक स्थानीं कल्पिल्यास, त्यांचीं विशिष्ट गुरुत्वें हीं सारखीं आहेत.

(४३) याप्रमाणें दुसरींही नित्य वायुरूप असणारीं तत्वें त्यांच्या संयोजक प्रमाणां इतके ग्रेनभार घेऊन तीं किती जागा व्यापितात, हें पाहिलें असतां, तीं सर्व समावस्थेंत ४६·६६ घन इंचच जागा व्यापितात असें आढळतें, घन व द्रव स्थितींत असणारीं जीं तत्वें आहेत त्यांस वाष्पावस्थेंत आणून त्यांच्या संयोजक प्रमाणां इतके ग्रेनभार तीं घेतलीं, तर ५* तत्वें शिवाय करून, बाकी सर्व तत्वें ४६·६६ घन इंचच जागा व्यापितात. संयोजक प्रमाणें दर्शविणाऱ्या संख्या, तत्वांच्या

* फास्फरस, आरसेनिक, जस्त, पारा आणि सोडिअम या पांच तत्वांचीं परमाण्वाकारमानें, एक वाष्पाकार मानाएवढीं नाहींत असें अनुभवास आलें आहे. पहिल्या दोहोंचें परमाण्वाकारमान २३·३३ घन इंच आहे. व बाकी तिहींचें ९३·३२ घन इंच आहे.

परमाणूंच्या वजनांमधील परस्पर संबंध दाखवितात. म्हणून सर्व तत्वांचे परमाणु सारखी जागा व्यापितात, किंवा त्यांचीं आकारमानें समान असतात असें झालें; आणि ज्याअर्थीं परमाणु हे मूलतत्वांचे अतिसूक्ष्म, अविभाज्य व छिद्रहीन असे विभाग कल्पिले आहेत, त्याअर्थीं त्यांची आकार मानें भिन्न असण्यासही कांहीं कारण दिसत नाहीं. या कारणावरून, आणि वायूंवर समावस्थेंत उष्णतेचीं व हवेच्या दाबाचीं समकार्यें होतात, या सृष्ट नियमावरून असें अनुमान स्वाभाविक निवर्ते कीं, एकाकी द्रव्यांच्या समान आकारमानांत परमाणूंची संख्या समान असावी. यास्तव वाय्वाकार मानाचा पहिला नियम रसायन वेत्त्यांनीं खालीं लिहिल्याप्रमाणें ठरविला आहे.

(१) एकाकी द्रव्यांचीं परमाण्वाकारमानें समान असतात, व तें परमाण्वाकारमान ४६·६६ घन इंच असतें.

एक ग्रेनभार हैड्रोजन, उष्णमापक ६०° आणि वायुभारमापक ३० इंच असतां, जितकी जागा व्यापितो, त्यास एक वाय्वाकारमान असें म्हणतात. व तें ४६·६६ घन इंच आहे. पांच तत्वें शिवाय करून बाकी सर्व तत्वांचें परमाण्वाकारमान, हें हैड्रोजनाच्या इतकें, म्हणजे एक वाय्वाकारमान आहे.

(४४) कोणत्याही पदार्थाच्या एका वाय्वाकारमानाचें (४६·६६ घन इंचांचें) जें वजन त्यास त्याचें विशिष्ट गुरुत्व असें रसायनशास्त्रांत समजतात. हैड्रोजन हा सर्वांत हलका पदार्थ असल्यामुळें त्यासच एक स्थानीं कल्पिणें आहे; म्हणून त्याचें विशिष्ट गुरुत्व म्हणजे त्याच्या एका वाय्वाकारमानाचें वजन १ आहे. हैड्रोजनाचें संयोगजक प्रमाण, वजनाच्या व आकाराच्या मानानें एकच असल्यामुळें त्याच्याशीं इतर पदार्थांची तुलना करण्याचें फार सोईचें पडतें. आतां ज्या अर्थीं सर्व तत्वांचीं परमाण्वाकारमानें एक वाय्वाकारमाना येवढीं आहेत, त्या अर्थीं त्यांचीं परमाणु गुरुत्वें हींच त्यांचीं विशिष्ट गुरुत्वें होत.

वाय्वाकारमानाच्या वरील नियमावरून सर्व तत्वांचीं परमाण्वाकारमानें म्हणजे संयोजक आकारमानें समान आहेत; म्हणून रसायन वेत्त्यांस या नियमाचें ज्ञान असणें फारच महत्वाचें आहे. कारण अमुक वजनाचा एकादा वायु घेण्यापेक्षां तोच अमुक आकारमानाचा घेणें फार सुलभ आहे.

(४९) आतां संयुक्त पदार्थांचीं संयोजक प्रमाणें व त्यांचे संयोजक आकार यांमध्यें काय संबंध आहे तो पाहूं. हैड्रोक्लोरिक आसिड हें, १ भार हैड्रोजन आणि ३५$\frac{1}{2}$ भार क्लोरीन यांचा संयोग होऊन झालेलें आहे. म्हणजे १ माप हैड्रोजन आणि १ माप क्लोरीन एकत्र होऊन झालें आहे. ६०° फ्या. उष्णमान आणि ३० इंच वायु भारमापक असतां, तें वाय्ववस्थेंत छेदांकित नळींत घातलें तर बरोबर ९३·३२ घन इंच जागा व्यापितें; म्हणजे हैड्रोजनाच्या दुप्पट व्यापितें.

पाणी २ भार हैड्रोजन आणि १६ भार आक्सिजन, किंवा २ मापें हैड्रोजन आणि १ माप आक्सिजन यांचा संयोग होऊन बनलें आहे. म्हणजे दोन वायु मिळून एकंदर तीन मापें आहेत. परंतु वाय्ववस्थेंत १८ भार पाणी ९३·३२ घन इंच जागा व्यापितें.

आमोनिया हा पदार्थ ३ भार हैड्रोजन आणि १४ भार नैत्रोजन, किंवा ३ मापें हैड्रोजन आणि १ माप नैत्रोजन एकत्र होऊन झाला आहे. म्हणजे यामध्यें दोन वायु मिळून एकंदर ४ मापें वायु संयुक्त झाले आहेत. तथापि १७ भार आमोनिया वायु बरोबर ९३·३२ घन इंच जागा व्यापितो.

कार्बानिक आसिड हा १२ भार कार्बान आणि ३२ भार आक्सिजन, किंवा १ माप कार्बान आणि दोन मापें आक्सिजन यांचा झाला आहे. म्हणजे एकंदर ३ मापें असून ४४ भार कार्बानिक आसिड, वाय्ववस्थेंत २ मापें म्हणजे ९३·३२ घन इंचच जागा व्यापितो.

याप्रमाणें इतर संयुक्त पदार्थांविषयीं हीच गोष्ट आहे. यावरून असें स्पष्ट होतें कीं, सर्व संयुक्त पदार्थ, त्यांच्या संयोजक प्रमाणा इतके ग्रेन भार वाय्ववस्थेंत घेतले, तर समान जागा व्यापितात, व ती जागा, १ ग्रेनभार हैड्रोजन त्याच स्थितींत जेवढी व्यापितो त्याच्या दुप्पट असते. एकाकी द्रव्याचे परमाणु एकत्र होऊन, एकाकी व संयुक्त द्रव्यांचे अणु बनतात. द्रव्याचे अति लहान व दृश्य भाग अणूच कल्पिले आहेत. अनेक अणु एकत्र होऊन पिंड बनतो. अणूचें वजन त्याच्या एकाकी परमाणूंच्या वजना बरोबर असतें. ज्याअर्थी संयुक्त पदार्थ वाय्ववस्थेंत समान जागा व्यापितात, त्याअर्थी त्यामध्यें

अणूंची संख्या समान असली पाहिजे. अणूंची संख्या समान, म्हणून सर्व द्रव्यांच्या अणूंचे आकार समान असावे. अणूचा आकार हैद्रोजनाच्या परमाण्वाकाराच्या दुप्पटच असतो. म्हणून आकार मानाचा दुसरा नियम असा बांधिला आहे.

(२) द्रव्यांचे अण्वाकार समान असतात; व अण्वाकार, परमाण्वाकाराच्या दुप्पट किंवा २ वाय्वाकारमाना बरोबर असतो.

(४६) या नियमांवरून एकाकी पदार्थ वायुरूप स्थितींत आणि समावस्थेंत (६०° फ्या. ३० इं. भा.) असतां, त्यांच्या विवक्षित आकारांचीं भिन्न भिन्न वजनें समजतात यास्तव कोणत्याही आकार मानाच्या वायूंचीं वजनें किंवा कोणत्याही वजनाच्या वायूंचीं आकार मानें आपणास काढितां येतील.

उदाहरण १.—६०° फ्या. उष्णमान आणि ३० इंच भारमापक असतां १०० घन इंच आक्सिजनाचें वजन किती होईल ?

आपणास हें माहितच आहे कीं, १६ ग्रेन भार आक्सिजनाचें आकारमान ४६·६६ घन इंच आहे; म्हणून त्रैराशिकानें

घ. इं. घ. इं. ग्रे. ग्रे.

$$\text{४६·६६ : १०० :: १६} = \frac{\text{१००×१६}}{\text{४६·६६}} = \text{३८·२}$$

उदाहरण २.—१०० ग्रेन भार आक्सिजन नैयमिक उष्णमान व भार असतां किती जागा व्यापील ?

ग्रे. ग्रे. घ. इं.

$$\text{१६ : १०० :: ४६·६६} = \frac{\text{१००×४६·६६}}{\text{१६}} = \text{२९१·६२५}$$

४६·६६ घन इंच हैद्रोजनाचें वजन १ ग्रेन आहे. म्हणून १ घन इंच हैद्रोजनाचें वजन $\frac{\text{१}}{\text{४६·६६}}$ =·०२१४ आहे.

(४७) या रीतीनें वायु समावस्थेंत असल्यास त्यांचीं वजनें व आकार मापितां येतील. परंतु उष्णमान सर्वकाळ सारखें नसतें. तें सकाळ

* नैयमिक उष्णमान व भार म्हणजे ६०° फा. आणि ३० इंच भारमापक असें समजावें.

पासून संध्याकाळपर्यंत बदलतें. तसेंच हवेचा दाबही सर्वदा सारखा नसतो. याकरितां विवक्षित उष्णमान आणि विवक्षित हवेचा दाब असतां एकाद्या वायूचा आकार कळल्यास त्यावरून हवें तें उष्णमान असतां व हवा तो हवेचा दाब असतां त्या वायूचा आकार काय असेल तें काढितां आलें पाहिजे. नाहीं तर प्रयोग करण्यास अडचण पडेल आणि नैयमिक उष्णमान आणि हवेचा दाब यांची वाट पहात बसावें लागेल.

वर सांगितलें कीं, सर्व वायूंवर उष्णतेचीं कार्यें समावस्थेंत समान होतात. उष्णमान वाढविल्यानें व कमी केल्यानें वायु किती प्रसरण व आकुंचन पावतात याविषयीं **डाल्टन** आणि **गाइल्युझाक** यांणीं अनेक प्रयोग करून पुढील सिद्धांत ठरविला आहे.

३२° फ्या. उष्णमानावर असलेला विवक्षित आकार मानाचा वायु २१२° फ्या. उष्णमान होईपर्यंत उष्ण केला तर त्याचें आकारमान मूळच्याहून $\frac{१}{२७३}$ [=·३६६] पटीनें वाढतें, म्हणजे मूळचा आकार एक असला तर २१२° फ्या. उष्णमानावर $१_{\text{,}}\frac{१}{२७३}=१\cdot३६६$ होतो.

यावरून प्रत्येक फ्या. अंशास वायु किती प्रसरण पावतात हें सहज काढितां येईल. ३२° पासून २१२° पर्यंत म्हणजे एकंदर १८०° फ्या. उष्णमान वाढल्यानें वायु ·३६६ पटीनें प्रसरण पावतात. म्हणून प्रत्येक फ्या. अंशास $\frac{\cdot३६६}{१८०}$ प्रसरण पावतील. $\frac{\cdot३६६}{१८०}=\frac{३६६}{१०००\times१८०}=\frac{१}{४९२}$

आतां जर विवक्षित परिमाणाच्या वायूचा ३२° फ्या. उष्णमानावर म आकार असेल, तर ३३° वर $\frac{म}{४९२}$ इतका आकार वाढेल; ३५° वर $\frac{३म}{४९२}$ इतका वाढेल; तसेंच $न^{\circ}$ फ्या. उष्णमानावर $\frac{म(न-३२)}{४९२}$ इतका वाढेल. एकंदर आकाराचें **आ** हें नांव ठेविलें तर अशी सारणी होईल. $आ=म+\frac{म(न-३२)}{४९२}$

$$\text{किंवा, } आ=\frac{४९२म+मन-३२म}{४९२}=\frac{म(४६०+न)}{४९२} \quad . \; . \; . \; . \quad (१)$$

आतां जर आं हा त्याच वायूचा नं° फया. उष्णमानावरील आकार असेल तर त्याची सारणी (२) वरून अशी होईल.

$$आं = \frac{म(नं-३२)}{४९२} = \frac{म(४६०+नं)}{४९२} \quad \ldots\ldots\ldots (२)$$

(२) या समीकरणास (१) या समीकरणानें भागून

$$\frac{आं}{आ} = \frac{४६०+नं}{४६०+न} \quad \ldots\ldots\ldots (३)$$

$$आं = आ\frac{४६०+नं}{४६०+न} \quad \ldots\ldots\ldots (४)$$

$$आ = आं\frac{४६०+न}{४६०+नं} \quad \ldots\ldots\ldots (५)$$

(४८) जर आपणास विवक्षित उष्णमानावरील वायूचें आकारमान माहित असेल तर या सारण्यावरून त्याचें दुसऱ्या कोणत्याही उष्णमानावरील आकारमान काढितां येईल. तसेंच आकारमान माहित असल्यास उष्णमानही काढितां येईल.

उदाहरण ३. ७५° फया. चा १००० घन इंच वायु २१२° फया. पर्यंत उष्ण केला, तर त्याचें आकारमान किती घन इंच भरेल?

$$आं = आ\frac{४६०+नं}{४६०+न};$$ येथें आ=१०००; न=७५; नं=२१२.

$$आं = १००० \times \frac{४६०+२१२}{४६०+७५} = \frac{६७२०००}{५३५} = १२५६ \text{ घ. इं.}$$

उदाहरण ४. ५९° फया. उष्णमानाचा १०० घन इंच वायु आहे. त्याचें उष्णमान कमी करून ३२° फया. वर आणिलें, तर तो वायु किती घन इंच जागा व्यापील?

$$आं = आ\frac{४६०+नं}{४६०+न};$$

येथें आ=१००; न=५९°; नं=३२°

या किंमतीवरील समीकरणांत लिहून:—

$$आं = १०० \times \frac{४६०+३२}{४६०+५९} = \frac{४९२००}{५१९} = ९४\cdot८ \text{ घ. इं};$$

उदाहरण ५. १०० घन इंच वायु उष्ण केल्यानें २०० घन इंच झाला, तर त्याचें किती अंश उष्णमान वाढविलें होतें?

येथें उष्णमान काढणें आहे. परंतु मूळचें उष्णमान दिलें नाहीं. म्हणून सारणी (१) इचा उपयोग केला म्हणजे उष्णमान कळेल.

$$\text{आ}=\frac{\text{म}(४६०+\text{न})}{४९२};\ \text{येथें आ}=२००;\ \text{म}=१००$$

$$२००=\frac{१००(४६०+\text{न})}{४९२}$$

$$२=\frac{४६०+\text{न}}{४९२}\ \therefore\ \text{न}=५३४.$$

हें उष्णमान फ्यारेन हीट उष्णमापकावरचें आहे. म्हणून ५३४ —३२=४९२ इतके अंश उष्णमान मूळच्या वायूचें वाढविलें, तेव्हां आकार दुप्पट झाला.

(४९) हींच उदाहरणें साध्या त्रैराशिकानेंही करितां येतात. १° फ्या. उष्णमान चढविल्यानें वायूचा आकार मूळच्याहून $\frac{१}{४९२}$ वाढतो. $\frac{१}{४९२}$ यास वायूचा प्रसरण गुणक अशी संज्ञा पदार्थविज्ञानशास्त्रांत आहे. आतां जर हवेचा दाब समान धरिला तर——

४९२ आकारमानें वायु ३२° फ्या. वरचा असला तर तो
४९३ ———— ३३° फ्या. होईल.
४९४ ———— ३४° ————
४९५ ———— ३५° ————
९८४ ————५२४° ————

यावरून जर ३२° फ्या. वरच्या १ माप वायूचें ४९२° फ्या. उष्णमान वाढविलें, तर त्याचा आकार दुप्पट म्हणजे २ मापें होईल.

$\therefore$ ४९२ : ४९२+४९२ : : १ : २

या प्रमाणावरून वरील उदाहरणें त्रैराशिकानें अशीं करितां येतात—

उ० ३.

४९२+(७५—३२) : ४९२+(२१२—३२) : : १००० : क्ष.
४९२+४३ : ४९२+१८० : : १००० : क्ष.
५३५ : ६७२ : : १००० : क्ष.

$$\therefore\ \text{क्ष}=\frac{६७२०००}{५३५}=१२५६.$$

उ० ४. ४९२+(५९—३२) : ४९२+(३२—३२) : : १०० : क्ष.
५१९ : ४९२ : : १०० : क्ष.

$$\therefore \text{क्ष} = \frac{४९२ \times १००}{५१५} = ९४\cdot८.$$

उ० ५. ४९२ : क्ष :: १०० : २००.

$$\therefore १०० \text{क्ष} = ४९२ \times २००$$

$$\therefore \text{क्ष} = ४९२ \times २ = ४९२ + ४९२$$

म्हणून ४९२° फया. उष्णमान वाढविलें पाहिजे.

(५०) भिन्न भिन्न उष्णमानावरील वायूंचीं आकारमानें काढण्याचे जे प्रकार वर सांगितले, त्यांत हवेचा दाब हिशेबांत धरिला नाहीं, किंवा हवेचा दाब सर्वदा समान आहे असें कल्पिलें. परंतु हवेचा दाब सर्वदां समान नसून वरचेवर बदलतो. कधीं कधीं दररोज देखील १० किंवा २० वेळ बदलतो. हवेच्या दाबावर वायूचे आकार अवलंबून असतात. दाब वाढविला तर वायु आकुंचन पावतात आणि कमी केला तर प्रसरण पावतात. याकरितां वायूंच्या आकारमानांची परस्पर तुलना करणें असल्यास उष्णमान आणि हवेचा दाब हीं दोन्ही हिशेबांत घेतलीं पाहिजेत. हवेचा दाब, वायुभारमापक यंत्रांतील पाऱ्याच्या उंचीवरून मापितात. पाऱ्याची उंची समुद्राच्या पृष्ठभागीं ३० इंच असते. जसजसें उंच जावें, तसतशी ती कमी होते. देशांत साधारणपणें २८ इंच असते.

बाइलं आणि **म्यारिअट्** यांचा नियम—वायूंचीं आकारमानें हवेच्या दाबाशीं व्यस्त प्रमाणानें असतात. म्हणजे जर दाब दुप्पट केला तर आकार निम्मा होईल; आणि दाब निम्मा केला तर आकार दुप्पट होईल. **आ** आणि **दा** मूळचा आकार व दाब आणि **आं** आणि **दां** नवीन आकार व दाब असें कल्पिलें तर:

आ : आं :: दां : दा,

किंवा आ दा=आं दां .... (६)

$$\therefore \text{आं} = \frac{\text{आ दा}}{\text{दां}}$$

या सारणीवरून विवक्षित दाबावरील वायूचा आकार कळल्यास हव्या त्या दाबावरचा आकार काढितां येईल.

उदाहरण ६. भारमापकांत ३० इंच पारा होता तेव्हां कांहीं वायु १०० घन इंच जागा व्यापितो; तर तोच ३५ इंच पारा असतां किती घन इंच जागा व्यापील ?

$$आं=\frac{आ\ दा}{दां};\ येथें\ आं=१००;\ दा=३०;\ दां=३५$$

$$\therefore\ आं=\frac{१००\times३०}{३५}=\frac{३०००}{३५}=\frac{६००}{७}=८५.७\ घन\ इं०$$

हेंच उदाहरण व्यस्त त्रैराशिकानेंही होईल.

(५१) सारणी (४) यावरून दाब समान असतां मात्र आकार काढितां येतो. दाब बदलत असतां वायूचा आकार काढण्याची सारणी काढिली पाहिजे. ती पुढील रीतीनें काढितां येते.

असें समजूं कीं न° उष्णमान, आणि **दा** दाब असतां वायूचा आकार **आ** आहे. हवेचा दाब तो चढवून याचें उष्णमान नं° पर्यंत वाढविलें, तर त्याचा आकार (४) असा होईल;

$$क्ष=आ.\ \frac{४६०+नं}{४६०+न}\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ (७)$$

आतां असें समजूं कीं **क्ष** चें उष्णमान तेंच ठेऊन **दा** दाब वाढवून दां केला, तेव्हां क्षचा आकार आं झाला. तर (६) वरून

$$आं\ दां=क्ष\ दा.$$

$$\therefore\ क्ष=\frac{आं\ दां}{दा}\ \ldots\ldots\ldots\ldots\ (८)$$

ही किम्मत (७) यांत लिहून

$$\frac{आं\ दां}{दा}=आ.\ \frac{४६०+नं}{४६०+न}$$

$$\therefore\ आं=आ.\frac{४६०+नं}{४६०+न}\times\frac{दा}{दां}.\ \ldots\ldots\ldots\ (९)$$

उदाहरण ७. १६ ग्रेन आक्सिजन ६०° फ्या. उष्णमान आणि ३०° इंच हवेचा दाब असतां ४६·६६ घन इंच जागा व्यापितो. तर तोच वायु ८०° फ्या. उष्णमान आणि २८ इंच हवेचा दाब झाल्यास किती जागा व्यापील ?

$$\text{आं}=\text{आ}\ \frac{४६०\times\text{नं}}{४६०\times\text{न}}\times\frac{\text{दा}}{\text{दां}}$$

येथें आ=४६.६६

दा=३०

दां=२८

न=६०

नं=८०

$$\text{आं}=४६.६६\times\frac{४६०+८०}{४६०+६०}\times\frac{३०}{२८}$$

$$=\frac{४६\frac{२}{३}\times५४०\times३०}{५२०\times२८}=\frac{१४०\times५४०\times३०}{५२०\times२८\times३}$$

$$=५१.९२$$

म्हणून या देशांत एक वाय्वाकार इतका असतो.

(५२) उष्णमान आणि हवेचा दाब हीं माहीत असून वायूचा आकार समजला असला, तर पुढील सारणीवरून त्याचें वजन ग्रेनांमध्यें काढितां येतें. मात्र त्या वायूचें हवेच्या संबंधानें विशिष्ट गुरुत्व ठाऊक असलें पाहिजे. वि आणि उ हीं अक्षरें विशिष्टगुरुत्व आणि उष्णमान दर्शवितात; आणि आ, दा आणि व हीं अनुक्रमें आकार, दाब आणि वजन दर्शवितात.

$$\text{व}=\frac{(५.३७५)\text{आ}\times\text{दा}\times\text{वि}}{४६०+\text{उ}}$$

उ० ८. ६०° फ्या. उष्णमान आणि ३० इंच दाब असतां जो वायु १०० घन इंच जागा व्यापितो, तो १२०° फ्या. उष्णमान आणि ३५ इंच दाब असतां किती जागा व्यापील? उत्तर ९५.६ घन इं०

उ० ९—६०° फ्या. उष्णमान आणि ३० इंच हवेचा दाब असतां जो वायु १०० घन इंच जागा व्यापितो त्याचें वजन किती ग्रेन भरेल? हवेच्या संबंधानें त्या वायूचें वि. गुरुत्व २.५ आहे.

उत्तर ७७.५ ग्रेन.

प्रकरण ७.

वायूंची अभिव्याप्ति.

(५३) सिद्धपदार्थविज्ञानशास्त्राचा असा नियम आहे कीं, ज्यांमध्यें रसायनप्रीति नाहीं असे निरनिराळ्या विशिष्ट गुरुत्वाचे, म्हणजे निरनिराळ्या दार्ढ्याचे, अनेक द्रव जर एकत्र केले, तर त्यांच्या दार्ढ्यांच्या क्रमानें त्यांचे वेगवेगळे थर एकमेकांवर जमतात. जसें, पारा पाण्याहून जड आहे, आणि पाणी तेलाहून जड आहे. आतां एका नळींत जर तेल प्रथम घातलें, मग पाणी घातलें आणि नंतर पारा घातला, तरी सर्वांत जड असा जो पारा तो तळीं जाऊन बसतो व सर्वांत हलकें तेल पृष्ठभागीं येतें, व मध्यें पाण्याचा थर राहतो. परंतु हा नियम नित्य वायुरूप स्थितींत राहणाऱ्या पदार्थांस लागू नाहीं. निरनिराळ्या दार्ढ्यांचे वायु एका नळींत एकत्र केले तर त्यांचे थर त्यांच्या दार्ढ्यांच्या क्रमानें एकावर एक असे न राहतां ते एकमेकांत मिसळून जातात. म्हणजे जड वायु पृष्ठभागींच्या वायूंत मिसळतो. व हलका वायु तळच्या वायूंत मिसळतो. यावरून हे रसायनरीत्या मिसळतात असें नाहीं. जर मिसळलेल्या वायूंमध्यें परस्पर रसायनप्रीति नसेल, तर अशा मिश्रणांतून पाहिजे तो वायु काढून घेतां येतो. जशी द्रव पदार्थांवर गुरुत्वाकर्षक शक्ति चालते, तशी वायुरूपी पदार्थांवरही चालते. असें असतां गुरुत्वाकर्षक शक्तीस न जुमानतां जड व हलके वायु परस्पर सर्वांगीं सारखे मिश्र होतात हें पुढील प्रयोगावरून उघड होईल.

प्रयोग २२—या प्रयोगाकरितां सर्वांत हलका वायु हैड्रोजन व त्याच्या बावीस पट जड असा कार्बानिक आसिड वायु घेऊं. दोन कुप्यांस गच्च बसणारीं दोन बुचें घेऊन त्यांस भोंकें पाडावीं; (आ. २ पहा.) आणि लहान भोंकाची व दोहों तोंडांनीं उघडी अशी एक लहान कांचेची नळी घेऊन, तिच्या दोहों बाजूंस हीं दोन बुचें बसवावीं. नंतर दोन्ही कुप्या कार्बानिक आसिड व हैड्रोजन या वायूंनीं अनुक्रमें भराव्या. कार्बानिक आसिडाची कुपी टेबलावर ठेऊन तिच्या तोंडास नळीसकट बूच बसवावा. आणि नळीच्या दुसऱ्या शेवटाकडील बुचा-

वर हैड्रोजनाची कुपी पालथी, आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें बसवावी. ही सांगड तास अर्धा तास पर्यंत निवांत जागीं हलल्याखेरीज राहूं द्यावी.

कार्बानिक आसिड वायु हैड्रोजनाच्या जरी बावीसपट जड आहे, व दोहोंस जोडणाऱ्या नळीचें द्वार जरी बारीक आहे, तरी तो वरल्या कुपींत चढतो; व फार हलका जो हैड्रोजन तो त्या जड वायूंतून त्याच वेळीं खालीं उतरतो. शेवटीं दोहों कुप्पांमध्यें दोहों वायूंचें मिश्रण सारखें घडतें. वरच्या कुपींत म्हणजे जींत प्रथम नुस्ता हैड्रोजन होता, तींत कार्बानिक आसिड वायु येतो. हें पहाणें असल्यास, कार्बानिक आसिडाची परीक्षा करण्याचा पदार्थ जी चुन्याची निवळी, ती थोडीशी घेऊन त्या कुपींत घालावी; म्हणजे निवळी लागलीच दुधासारखी पांढरी होते; व कार्बोनेट आफ् लाईम (खडू) याचा द्रव बनतो. त्याचप्रमाणें जींत पूर्वीं नुस्ता कार्बानिक आसिड वायु होता, त्याखालच्या कुपींत हैड्रोजन वायु उतरतो; हें पाहणें असल्यास ती कुपी वायुसंचक पात्रावर नेऊन, तींत थोडासा आक्सिजन किंवा थोडीशी हवा मिश्र करावी. नंतर त्या मिश्रणास बत्ती लाविली म्हणजे हैड्रोजन पेटतो. यांत आक्सिजन किंवा हवा मिसळली नाहीं तर कार्बानिक आसिड वायु हैड्रोजनाच्या जळण्यास प्रतिबंध करील. ह्या प्रयोगावरून असें दिसून येईल कीं, गुरुत्वाकर्षक शक्तीस न जुमानतां एकमेकांशीं सारखें मिश्र होण्याची वायुरूपी पदार्थांचे आंगीं एक विलक्षण शक्ति आहे. या शक्तीस वायूंची (ग्यासांची) अभिव्यापक शक्ति असें म्हणतात. व गुरुत्वाकर्षणाच्या विरुद्ध जें त्यांचें मिसळणें घडतें त्यास त्यांचें अभिव्यापन असें म्हणतात.

(९४) ह्या अभिव्यापक शक्तीनें वातावरणाची घटना सर्वांगीं सारखी राखिली आहे. वातावरण हें सर्वस्थानीं सारख्या घटनेचें आहे, ही एक प्रथमदर्शनीं मोठी आश्चर्य वाटण्याजोगी गोष्ट आहे. कारण वातावरणांतील भिन्न भिन्न वायु रसायनरीत्या मिश्र झालेले नसून त्यांचीं विशिष्टगुरुत्वेंही समान नाहींत. यद्यपि त्यांचें मिश्रण सर्वस्थानीं सारखें आहे. हवेंतील वायूंचीं विशिष्टगुरुत्वें खालीं लिहिल्याप्रमाणें आहेत:—

वायु	विशिष्ट गुरुत्व.
हवा	१.०००
नैत्रोजन	०.९७२
आक्सिजन	१.१०५
कार्बानिक आसिड	१.५२९

ह्या प्रत्येकाचें विशिष्ट गुरुत्व भिन्न भिन्न असल्यामुळें आपणास असें अनुमान होतें कीं, ते एकत्र केले असतां, त्यांच्या वजनाच्या क्रमानें ते एकाखालीं एक असे रहावे. सर्वांपेक्षां हलका जो नैत्रोजन तो वरती असावा, आणि सर्वांपेक्षां जड असा जो कार्बानिक आसिड वायु तो जमिनीवर असावा. आणि आक्सिजन हा दोघांच्या मधोमध रहावा. परंतु असें न होतां या अभिव्यापक शक्तीनें हे सर्व वायु एकसारखे मिश्रित होऊन वातावरणांत राहतात. पृथ्वीच्या पृष्ठभागाची थोडीशी हवा व तेथून पन्नास फूट उंचीवरील हवा अशा घेऊन तपासून पाहिल्यास, दोहों जागच्या हवांमध्यें वातावरणांतील जे मुख्य वायु, नैत्रोजन व आक्सिजन ते, व दुसरे नवीन हलके किंवा जड वायु जे त्यांच्यांत मिळतात ते, असे सर्व सारखे मिश्रित झालेले असतात. उदाहरण, हैड्रोजन विमानांतून सोडला, तर तो हलका असल्यामुळें एकसारखा वर चढून जात नाहीं. तर तो हवेंत चोहोंकडे सारखा पसरतो. ह्याच रीतीनें कार्बानिक आसिड, जो ज्वलनापासून व प्राण्यांच्या उच्छ्वासापासून निरंतर निघत असतो, तो जड आहे म्हणून पृथ्वीच्या पृष्ठभागीं किंवा खाणींमध्यें कोंडून न राहतां, तो चहूंकडे सारखा पसरतो. तसेंच वनस्पति दिवसास कार्बानिक आसिडाचें पृथक्करण करून जो आक्सिजन बाहेर टाकितात, तो एकाच स्थानीं स्थीर न रहात एकसारखा हवेच्या दुसऱ्या घटकावयवांबरोबर चहूंकडे मिश्रित होतो. ह्या रीतीनें हवा ही सर्वत्र सारखी स्वच्छ राहते कार्बानिक आसिडासारखा अपकारकारक वायु जर एकच स्थानीं कोंडून रहाता, तर त्याजपासून फार वाईट परिणाम झाले असते. परंतु तो वरील कारणानें चहूंकडे पसरून अपकारक होत नाहीं. आक्सिजनासारखा उपयोगी वायु देखील ह्याचप्रमाणें चहूंकडे सारखा पसरून प्राणिमात्रांच्या जीवनास उपयोगी होतो.

(५५) जेव्हां वायुरूपी पदार्थ अभिव्यापक शक्तीनें एकमेकांत मिसळून परस्परांची जागा घेतात, तेव्हां एकमेकांशीं सारख्या आकारमानानें मिश्रित होत नाहींत. तर हलक्या वायूचा अंश एके बाजूनें ज्यास्ती जातो आणि जड वायूचा अंश दुसऱ्या बाजूनें कमी येतो. ही गोष्ट पुढील प्रयोगावरून सहज लक्ष्यांत येईल.

प्रयोग २३—दोन्ही तोंडांनीं उघडी व सुमारें १ किंवा २ फूट लांबीची, आणि $\frac{1}{2}$ पासून २ इंच पर्यंत व्यासाची, अशी एक कांचेची, नळी घेऊन, तिचें एक तोंड प्लास्तर आफ् पारिस ह्याच्या लुकणानें बंद करावें. या लुकणाची जाडी सुमारें $\frac{1}{2}$ इंच असावी. नंतर हें लुकण चांगलें सुकूं द्यावें. हें लुकण सुकलें म्हणजे सूक्ष्म छिद्रमय होतें; व त्यांतून वायूंस आरपार जाण्यास मार्ग होतो.

या नळींत पाण्यावर हैड्रोजन भरावा किंवा हैड्रोजनाच्या वायुवाहक नळीस लांब रबराची नळी लावून तिचें शेवट नळींत लुकणाला थडके पर्यंत घालावें. म्हणजे नळींत हलका हैड्रोजन जाईल व जड हवेस बाहेर ढकलील. सारांश, ज्या रीतीनें लुकण भिजणार नाहीं अशा रीतीनें नळींत हैड्रोजन भरावा. कारण लुकण भिजलें तर त्यांतून वायूंस आरपार जाण्यास मार्ग रहात नाहीं. हैड्रोजनानें भरलेली नळी, एका रंगीत पाण्यानें भरलेल्या पात्रांत उभी बुडवून ठेवावी. (आ० ३ पहा) म्हणजे हळू हळू नळींत पाणी चढूं लागतें. याचें कारण असें आहे कीं, नळीच्या सच्छिद्र पडद्याच्या बाहेर जड हवा व आंत हलका हैड्रोजन असे दोन वायु आहेत. हैड्रोजन वायु व हवा एकमेकांची जागा अभिव्यापक शक्तीनें घेऊं लागतात. परंतु हवा हैड्रोजनाच्या चवदापट जड आहे. म्हणून हवेपेक्षां हलक्या हैड्रोजनाचा पुष्कळ भाग बाहेर जातो. या रीतीनें सुमारें ४ घन इंच हैड्रोजन बाहेर पडला तर एक घन इंच हवा नळीच्या आंत शिरते. याप्रमाणें नळीमध्यें जी जागा रिती पडते त्या जागीं पाणी चढतें. म्हणजे ४ घन इंच हैड्रोजन बाहेर गेला तर ३ घन इंच पाणी हवेच्या दाबानें नळींत चढतें.

या व असल्या दुसऱ्या प्रयोगाधारें **ग्रेहाम** नांवाच्या विद्वानानें वायु एकमेकांत कोणत्या प्रमाणानें मिसळतात, याविषयीं एक नियम काढि-

ला आहे. तो असा:—निरनिराळ्या वायूंची परस्पर अभिव्यापकशक्ति, त्यांच्या विशिष्ट गुरुत्वाच्या वर्गमूळाच्या उलट प्रमाणानें असते, म्हणजे हैड्रोजन आणि आक्सिजन हे ४ : १ या प्रमाणानें परस्पर जागा घेतात.

वायूंच्या अभिव्यापक शक्तीनें अनेक उपयुक्त क्रिया घडतात. जसें, गंधसंपर्कजन्य रोगाचें पसरणें, खोलींतील कोंडलेली हवा बाहेरील हवेनें शुद्ध होणें, श्वासोच्छ्वासास शुद्ध हवेनें साह्य करणें, मोठे शहरीं दाट वस्तींत दुर्गंधी न सांचणें इत्यादि.

प्रकरण ८.

आम्लें, बेस, क्षार वगैरेंच्या व्याख्या.

(५६) **आम्लें** (आसिडें)—साधारणतः लिंबू, चिंच इत्यादि आंबट पदार्थांच्या रुचीस आम्ल ही संज्ञा देतात. परंतु रसायनशास्त्रांत आम्ल (आसिड) या संज्ञेत पुष्कळ रसायनोपयोगी पदार्थांचा समावेश होतो. यांची रुचि सर्वदा आंबट असते, म्हणूनच यांस आम्ल ही संज्ञा ठेविली आहे. हे पदार्थ पाण्या बरोबर जलदी मिळतात; वनस्पतींच्या निळ्या व जांभळ्या रंगाच्या काढ्यांत आम्लाचा थेंब टाकिला, तर त्या काढ्याचा रंग तात्काळ तांबडा होतो. बेसांशीं यांची बळकट प्रीति असते. हें त्यांचें वर्णन झालें. परंतु आम्लाची शास्त्रीय व्याख्या अशी आहेः—ज्या संयुक्त पदार्थांतील हैद्रोजनाच्या एक अथवा अधिक परमाणूंची जागा धातूंचे किंवा बेसांचे परमाणु घेऊं शकतात, त्यांस आम्ल (आसिड) अशी संज्ञा आहे. सल्फ्युरिक आसिडांत (गंधकाम्लांत) तांबें, जस्त, रूपें इत्यादि धातु घातले कीं, ते गंधकाम्लांतील हैद्रोजनाची जागा घेऊन, हैद्रोजनास वेगळा टाकितात. तद्वतच इतर आम्लांचा प्रकार होय. तांब्याच्या भांड्यांत ताक किंवा दुसरे आंबट द्रव कळकतात याचें कारण हेंच. आंबट ताकांतील हैद्रोजनाची जागा धातु घेतात.

$$है_2 ग आ_4 + ज = जगआ_4 + है_2$$

$$है_2 ग आ_4 + ता = ताग आ_4 + है_2$$

आम्लाचा दुसरा धर्म (वनस्पतीचा निळा काढा तांबडा करणें) पहाणें असल्यास, लिटमसाच्या किंवा निळ्या गोकर्णीच्या काढ्यांत चिंच, लिंबू किंवा गंधकाम्लासारख्या तीव्र आसिडाचा थेंब टाकावा म्हणजे रंग तांबडा होईल. सल्फ्युरिक आसिड (गंधकाम्ल) नैत्रिक आसिड (सूर्य खाराम्ल), हैद्रोक्लोरिक आसिड (शंखद्रव) हीं तीव्र आम्लांचीं उदाहरणें होत.

(५७) **बेस.**—जे धातूंचे आक्साइड, आसिडाशीं संयोग पावून क्षार करितात त्यांस बेस ही संज्ञा देतात. हे पाण्यांत विरघळत नाहींत; हातास बुळबुळीत लागत नाहींत. परंतु तांबड्या लिटमसास पूर्व

रंगावर आणितात आणि हळदीच्या रंगास तपकिरी करितात. म्हणून यांचे धर्म आसिडाच्या विरुद्ध आहेत. धातूंचे आक्साइड व त्यांचे हैड्रेट हीं त्यांचीं मुख्य उदाहरणें होत.

सोडा (सोड्याचा आक्साइड) सो२ आ.

चुना (काल्सिअम आक्साइड) क्याल्आ.

लोखंडाचा आक्साइड (जंग) लो२ आ३.

कास्टिक पोट्याश (पोटयासिअमचा हैड्रेट) पोहैआ.

(५८) **आल्केली.**—हा शब्द आरबी भाषेंतील आहे. केली या नांवाच्या वनस्पती पासून कास्टिक (दाहक) पोट्याश ही आल्केली काढीत; यावरून हें नांव सर्व आल्केलींस प्राप्त झालें आहे. आल्केली ही एक बेसाची जाति आहे. आल्केली पाण्यांत विरघळतात. व तो द्रव हातास साबणाप्रमाणें बुळबुळीत लागतो. यांच्या अंगीं आसिडांच्या विरुद्ध गुण असतात. आसिडानें तांबड्या केलेल्या उद्भिज रंगांस या पूर्व रंगावर आणितात. या वनस्पतींच्या पिवळ्या रंगास तांबूस करितात; परंतु कोबीच्या जांभळ्या काढयास हिरवा करितात. बेसापासून आल्केली ओळखण्याची हीच मुख्य परीक्षा आहे. पोट्याश, सोडा आणि आमोनिया हीं तीन आल्केलींचीं प्रसिद्ध उदाहरणें होत. नवसागर, पापडखार, साबू हे आल्केलींचे संयुक्त पदार्थ आहेत. पोट्याश व सोडा यांस स्थीर आल्केली म्हणतात व आमोनिया यास चंचल आल्केली म्हणतात.

(५९) **क्षार.**—आपल्या खाण्याच्या मिठास (सोडिअमचा क्लोराइड) क्षार ही संज्ञा आपण देतों. परंतु यांत तसल्या अनेक पदार्थांचा समावेश होतो.

दुसऱ्या पदार्थांशीं, रसायनरीत्या संयोग पावण्याच्या पूर्वी, ज्या संयुक्त पदार्थांचें सर्वदां पृथग्भवन होतें, त्यांस क्षार अशी संज्ञा रसायन शास्त्रांत देतात. आसिड व बेस हे एकत्र होऊन क्षार होतात. आसिडांतील हैड्रोजनाची सर्व किंवा अंशत: एकादा बेस जागा घेतो आणि क्षार बनतो. उदाहरण, गंधकाम्लांत जस्ताचा तुकडा टाकिला, तर आम्लांतील हैड्रोजनाची जागा जस्त घेतें आणि हैड्रोजन वेगळा पडून जस्ताचा सल्फेट हा क्षार बनतो. मोरचुद हा क्षार तांब्याचा सल्फेट आहे.

याच्या द्रवांत जर लोखंडाचा तुकडा टाकिला तर क्षाराचें पृथग्भवन प्रथम होतें आणि यांतील तांबें लोखंडावर जमतें, आणि लोखंड तांब्याची जागा घेतें.

स. आसिड. जस्त. क्षार हैद्रो.

है२ ग आ४+ज= जगआ४+ है२

मोरचूद. लोखंड लो. सल्फेट तांबें

ता ग आ४+लो= लो ग आ४+ता.

(६०) **निर्जलज** (आनहाइड्राइड)—आम्लां-(आसिडां)-तील जेवढा हैद्रोजन निःसार्य असेल, तेवढा पाण्याच्या रूपानें त्यांतून काढिला म्हणजे जो शेष रहातो त्यास निर्जलज ही संज्ञा देतात. जसें कार्बानिक आसिड वायु हा कार्बानिक निर्जलज आहे. यांत, पाणी मिश्र केल्यानें आसिडें होतात.

(का० आसिड) पाणी. कार्बानिक निर्जलज.

है२ का आ३———है२ आ=का आ२

गंधकाम्ल पाणी. गंधक निर्जलज.

है२ गं आ४———है२ आ= गं आ३

(६१) परीक्षा करण्याचे कागद (टेस्टपेपर)-आसिड बेस आणि आल्केली यांच्या परीक्षा करण्याकरितां आयते तयार केलेले कागदाचे तुकडे असतात. आसिडांची परीक्षा करण्याकरितां, ‘ लिट्मस ’ या नांवाचा निळा उद्भिज रंग आहे त्याच्या कषायांत बिन खळीच्या कागदांचे तुकडे भिजवून सुकवून ठेवितात. हा निळा कागद कोणत्याही आसिड असणाऱ्या द्रवांत बुडविला तर तत्क्षणीं तांबडा होतो; आणि द्रवांत आसिडाचा अगदीं सूक्ष्म अंश असला तरी याणें तात्बडतोब ओळखितां येतो. यास ‘ लिट्मस पेपर ’ म्हणतात. या देशांत लिट्मसाच्या जागीं निळया गोकर्णीच्या किंवा तांबडया जासवंदीच्या फुलांच्या काढ्यांत कागद भिजवून तयार करावे. हा लिट्मसा इतका आसिडाचा सूक्ष्म परीक्षक नाहीं. आल्केलीची परीक्षा करण्यास हळदीच्या कषायांत कागद बुडवून तयार करितात. यांस हळदीचे कागद (टरमेरिक पेपर) म्हणतात. हा कागद आल्केलीच्या द्रवांत बुडविला तर तांबुस होतो आणि आसिडाच्या द्रवांत पुनः तोच बुडविला

तर पूर्ववत् पिंवळा होतो. याहून आसिडानें तांबडा केलेला लिट्मसाचा कागद आल्केलीचा फार सूक्ष्म परीक्षक आहे. हा कागद आल्केलीच्या द्रवांत बुडविला तर पूर्ववत् निळा होतो.

(६२) **स्फटिक**—घनपदार्थ स्फटिकाकार म्हणजे साकृति किंवा निराकृति असतात. कित्येक घनपदार्थ नियमित भूमितीच्या आकृति धारण करितात त्यांस स्फटिक म्हणतात. जे अशा आकृति धारण करीत नाहींत, त्यांस निराकृति किंवा अस्फटिक म्हणतात. कांचमणी आणि गार यांचे षट् कोनाकृति मनोरे असलेले स्फटिक सांपडतात. मिठाचे स्फटिक घनचौरस असतात; तुरटीचे अष्टकोनाकृति असतात. खडू निराकृति असतो. कधीं कधीं एकच पदार्थ दोन स्फटिक रूपें धारण करितो. उदाहरण, गंधक; कधीं कधीं दोन भिन्न पदार्थ एकाच तऱ्हेच्या आकृति धारण करितात.

प्रकरण ९.

रासायनिक संज्ञा.

(६३) तत्वें व तज्जन्य संयुक्त पदार्थ या सर्वांस मराठी संज्ञा ठरल्या नसल्यामुळें इंग्रजी संज्ञांचाच उपयोग या पुस्तकांत केला आहे. यास्तव त्या परिभाषेचें विवरण या प्रकरणांत केलें आहे.

तत्वें—ज्या तत्वांचीं नांवें मराठींत प्रसिद्ध आहेत, त्यांस त्यांचीं प्रसिद्ध नांवेंच ठेविलीं आहेत. जसें, शिसें, रुपें, तांबें, गंधक इ०.

धर्मसूचक नांवें—जीं तत्वें रसायनवेत्त्यानीं शोधून काढिलीं आहेत त्यांस त्यांचे कांहीं तरी प्रसिद्ध धर्मसूचक अशीं नांवें इंग्रजींत दिलेलीं आहेत तीं तशींच या पुस्तकांत घेतलीं आहेत. आयोडीन हें नांव, 'आयोडास्' (किरमिजी रंगाचा) या ग्रीक शब्दावरून निघालें आहे; कारण त्याचा रंग तसा आहे. 'फास्फोरास' (प्रकाशद) या ग्रीक शब्दावरून फास्फरस हें नांव दिलें आहे. कारण फास्फरसाचे आंगीं प्रकाश उत्पन्न करण्याचा धर्म आहे. 'क्लोरास' (हरितपीत) यावरून क्लोरीन हें नांव निघालें आहे; कारण या वायूचा रंग हिरवट पिंवळट आहे.

(६४) **संयुक्त पदार्थ—आइड**–संयुक्त पदार्थ द्वितत्विक, त्रितत्विक, चतुस्तत्विक असे असतात. द्वितत्विक पदार्थांमध्यें जें तत्व मुख्य असेल त्याच्या शेवटीं **'आइड'** हा प्रत्यय लावून तो पदार्थ दर्शवितात. आक्सिजन व रुपें यांच्या संयुक्त पदार्थास रुप्याचा **आक्साइड** म्हणतात. याप्रमाणें आक्सिजन कोणत्याही तत्वाशीं संयोग पावला तरी त्यास त्याचा **आक्साइड** असें म्हणतात. तसेंच क्लोरीन व दुसरा पदार्थ यांच्या संयुक्त पदार्थास **'क्लोराइड'** म्हणतात. सल्फर (गंधक) व दुसरा पदार्थ यांच्या संयुक्त पदार्थांस **'सल्फाइड'** म्हणतात. याचप्रमाणें नैट्राइड, फास्फाइड, कार्बाइड इ० संज्ञा द्वितत्विक पदार्थांस देतात.

जेव्हां एक तत्व, आक्सिजन किंवा तत्तुल्य धर्माच्या दुसऱ्या तत्वाशीं एकापेक्षां अधिक प्रमाणांनीं संयोग पावून अनेक द्वितत्विक संयोगी पदार्थ उत्पन्न करितें, तेव्हां ते पदार्थ व त्यांतील एकाचीं अनेक प्र-

माणें ओळखण्यास इंग्रजींत ग्रीक भाषेतील अंकांचा उपयोग करितात. परंतु त्याच जागीं संस्कृत **एक**, **द्वि**, **त्रि**, **चतुः**, **पंच** इत्यादि अंक सूचक संज्ञांचा मराठींत उपयोग करावा. जसें नैत्रोजनाचा **एकाक्साइड**, नैत्रोजनाचा **द्विआक्साइड**, **त्रिआक्साइड**, **चतुराक्साइड**, **पंचआक्साइड** इत्यादि. यांतील **एक**, **द्वि**, **त्रि** यांवरून आक्सिजनाचे एक, दोन, तीन परमाणु त्या पदार्थांत आहेत असें समजावयाचें. अशा संयुक्त पदार्थांच्या मालिकेपैकीं ज्यांत बाकीच्या पेक्षां एकाद्या तत्वाचें बहुप्रमाण असतें, त्यास पर (अधिक) हें उपपद जोडितात. जसें पर आक्साइड, पर क्लोराइड इत्यादि.

(६५) **अस्** व **इक्**-ज्या संयुक्त पदार्थांत, एकादें तत्व किंवा संयुक्त पदार्थ याचा ज्यास्त अंश असतो, त्याच्या नांवाच्या शेवटीं **इक्** हा प्रत्यय, व याहून ज्यांत त्याचाच कमी अंश असतो त्याच्या नांवास **अस्** हा प्रत्यय लावितात. जसें, लोखंडाच्या एकाक्साइडास **फेरस् आक्साइड** (**लोआ**) व त्याच्याच पर आक्साइडास **फेरिक् आक्साइड** (लो२आ३) म्हणतात. तसेंच **फेरस्सल्फेट** (**गआ३, लोआ**), **फेरिक्सल्फेट** (**३ गआ३ लो२आ३**), **नैत्रिक् आसिड** (**हैनैआ३**), **नैत्रस् आसिड** (**हैनैआ२**), **सल्फ्युरिक् आसिड** (**है२गआ४**), **सल्फ्युरस् आसिड** (**है ग आ३**).

(६६) **पर, हैपर व हैपो.**—इक् प्रत्ययांत आसिडापेक्षां ज्यांत आक्सिजनाचें प्रमाण ज्यास्त असतें त्यास **पर** किंवा **हैपर** हे शब्द जोडितात. जसें, परक्लोरिक् आसिड. आणि **अस्** प्रत्ययांत आसिडापेक्षां ज्यांत आक्सिजन कमी असतो त्यास **हैपो** (खालीं) हें उपपद जोडितात. जसें, हैपो सल्फ्युरस आसिड (गं२ आ२).

(६७) **हैड्रो, हैड्र.**—कित्येक आसिडांत आक्सिजन मुळींच नसतो व ते केवळ हैड्रोजनाचेच संयुक्त पदार्थ असतात; अशा आसिडाच्या आरंभीं **हैड्रो** किंवा **हैड्र** हे शब्द जोडितात. जसें **हैड्रोक्लोरिक् आसिड (हैक्लो)**, **हैड्रियाडिक् आसिड** (**हैआयू**).

(६८) **क्षारांच्या संज्ञा.**—जेव्हां **इक्** प्रत्ययांत आसिडें क्षार उत्पन्न करितात, तेव्हां त्यांच्या शेवटीं '**एट**' हा प्रत्यय लावितात; आणि '**अस्**' प्रत्ययांत आसिडें क्षार उत्पन्न करितात, तेव्हां त्यांच्या

शेवटीं **आइट** हा प्रत्यय लावितात. जसें नैत्रिक आसिड चुन्याशीं मिळून जो क्षार होतो त्यास **चुन्याचा नैत्रेट** म्हणतात, आणि नैत्रस आसिड चुन्याशीं मिळून जो क्षार होतो, त्यास **चुन्याचा नैत्राइट** असें म्हणतात.

इंग्रजींत झालें तरी संयुक्त पदार्थांस नांवें देण्याची सर्वत्र एक पद्धति नाहीं. यास्तव फार गोंधळ होतो. एक पुस्तककार ज्यास सल्फ्युरिक आसिड म्हणतो त्यासच दुसरे आइल आफ् विट्रिअल, हैड्रोजन सल्फेट वगैरे नांवें देतात. या पुस्तकांत इंग्रजींतील फार प्रसिद्ध जें नांव तेंच ठेविलें असून त्यास अनुसरून मराठी नांवही दिलें आहे. जसें प्रसिद्ध सल्फ्युरिक् आसिड हेंच इंग्रजी नांव घेऊन त्यास गंधकाम्ल हें नांव दिलें आहे.

या प्रकरणांत रासायनिक संज्ञांचे मुख्य मुख्य भेद सांगितले आहेत, व यावरून बहुतेक निर्वाह होईल. मराठी परिभाषा ठरली नाहीं. यास्तव त्यासंबंधी कांहीं लिहितां येत नाहीं.

प्रकरण १०.

तत्वांचें सममूल्यत्व.

(६९) जेव्हां एक मूलतत्व, संयुक्त पदार्थांतील दुसऱ्या मूलतत्वाची जागा घेई, तेव्हां एकाचा एक परमाणु दुसऱ्याच्या एकाच परमाणूची जागा घेतो असा पूर्वीं रसायनवेत्त्यांचा समज होता; व त्यावरून सर्व तत्वें सममूल्य आहेत आणि तत्वांचीं परमाणु गुरुत्वें किंवा संयोजक प्रमाणें व त्यांचे सममूल्यांश हे एकच असें मानीत असत. परंतु आलीकडील शोधांवरून व प्रयोगांवरून सर्व तत्वें परस्पर सममूल्य नसून, त्यांचीं संयोजक प्रमाणें व त्यांचे सममूल्यांश भिन्न आहेत असें ठरलें आहे. एका तत्वाचा एक परमाणु दुसऱ्या तत्वांच्या दोन, तीन, चार परमाणूंची जागा कधीं कधीं घेतो व याचप्रमाणानें दुसऱ्याशीं संयोगही पावतो. उदाहरण, हैड्रोक्लोरिक आसिडांत हैड्रोजनाचा एकच परमाणु, क्लोरिनाच्या एकाच परमाणूशीं संयोग पावतो. परंतु पाण्यांत त्याचे दोन परमाणु आक्सिजनाच्या एका परमाणूशीं, आमोनिया या पदार्थांत त्याचे तीन परमाणु, नैत्रौजनाच्या एका परमाणूशीं, आणि लघुकार्ब्युरेटेड हैड्रोजनांत त्याचे चार परमाणु कार्बोनाच्या एकाच परमाणूशीं संयोग पावतात. तसेंच पाऱ्याचा एक परमाणु, क्लोरीन वायूच्या एक व दोन परमाणूंशीं संयोग पावून दोन भिन्न पदार्थ उत्पन्न होतात. एका तत्वाचा एक परमाणु दुसऱ्या तत्वाच्या एकाच परमाणूची सर्वदां जागा घेत नाहीं हें पुढील प्रयोगांवरून स्पष्ट होईल.

प्रयोग २४–रुप्याच्या सल्फेटाचा द्रव करून त्यांत तांब्याच्या पत्र्याचा तुकडा टाकावा. म्हणजे कांहीं वेळानें द्रवांतील रुपें तांब्यावर चढतें, आणि कांहीं तांबें विरघळतें. तांब्याच्या तुकड्याचें प्रथमतः व रुपें चढल्यावर असें अनुक्रमें वजन केल्यास असें अढळतें कीं, चढलेलें रुपें व विरघळलेलें तांबें यांचें प्रमाण १०८ : ३१$\frac{३}{४}$ असें

असतें. म्हणजे जर द्रवांतून १०८ भार रुपें तांब्यावर चढलें, तर ३१$\frac{३}{४}$ भारच तांबें द्रवांत विरघळतें, किंवा रुप्याची जागा घेतें.

प्रयोग २५–मोरचुदाच्या (तांब्याच्या सल्फेटाच्या) द्रवांत जर जस्ताच्या पत्र्याचा तुकडा टाकिला, तर कांहीं काळानें जस्तावर तांबें चढतें, व जस्ताचा कांहीं अंश विरघळला जातो. वजनें करून पाहिल्यास ३१$\frac{३}{४}$ भार तांबें चढल्यास ३२$\frac{१}{२}$ भार जस्त विरघळतें, म्हणजे तांब्याची जागा घेतें असें अनुभवास येतें.

(७०.) याप्रमाणें अनेक प्रयोग सूक्ष्म रीतीनें केल्यावरून असें अनुभवास आलें आहे कीं, रुपें, तांबें आणि जस्त या धातु वर सांगितलेल्या प्रमाणांनीं एकमेकांची जागा घेतात. या प्रमाणांस त्यांचे सममूल्यांश असें म्हणतात. वरील १०८,३१$\frac{३}{४}$ आणि ३२$\frac{१}{२}$ यासंख्या, त्या धातूंच्या परमाणुगुरुत्वाशीं ताडून पाहिल्यास असें समजेल कीं, रुप्याचा सममूल्यांश व त्याचें परमाणु गुरुत्व हीं समान आहेत. परंतु तांबें व जस्त यांचीं परमाणु गुरुत्वें त्यांच्या सम मूल्यांशांच्या दुप्पट आहेत. यावरून तांबें व जस्त यांची परस्पर जागा घेण्याची शक्ति समान आहे. परंतु प्रत्येकाची ही शक्ति रुप्याच्या दुप्पट आहे. तांब्याचा एक परमाणु किंवा जस्ताचा १ परमाणु रुप्याच्या दोन परमाणूंची जागा घेतो. हें पुढील सारणीवरून विशेष स्पष्ट होईल.

रुप्याचा सल्फेट.	तांबें.		तांब्याचा सल्फेट.	रुपें.
$रु_२गआ_४+$	ता	=	$तागआ_४$	$+ रु_२$

यावरून उघड होतें कीं, तांब्याचा एक परमाणु रुप्याच्या दोन परमाणूंची जागा घेतो. मोरचुदाच्या द्रवांत चाकूचें पान घातिलें, तर त्यावर तांबें चढतें व लोखंड त्याची जागा घेतें; त्याचें प्रमाण ६३$\frac{१}{२}$: २८ असें असतें. म्हणजे तांब्याचे दोन परमाणु लोखंडाच्या एका परमाणूची जागा घेतात. या प्रकारची परस्पर जागा घेण्याची शक्ति

भिन्न तत्वांची भिन्न भिन्न असते. कित्येक तत्वांच्या एका परमाणूची जागा, दुसऱ्याचा एकच परमाणु घेतो. परंतु कित्येकांचा एक परमाणु दुसऱ्यांच्या दोन, तीन, चार किंवा ज्यास्त अशा परमाणूंची जागा घेतो. यावरून हैड्रोजनाच्या परमाणूस सममूल्यत्वाचा एकं कल्पून इतरांस एक मूल्य, द्विमूल्य, त्रिमूल्य, चतुर्मूल्य इत्यादि संज्ञा देतात. या संज्ञा तत्वाच्या चिन्हांच्या माथ्यावर शेंड्या काढून दर्शवितात. जसें हैड्रोजन, क्लोरीन, रुपें हे एक मूल्य पदार्थ है', क्लो', रु', असे, आक्सिजन व तांबें हे द्विमूल्य आ'', तां'', असे, आणि नैत्रोजन व सुवर्ण हे त्रिमूल्य, नै''', सु''' असे दर्शवितात. या तत्वांच्या जागा घेण्याच्या शक्तीस त्यांचें सममूल्यत्व असें म्हणतात.

भाग २.

निरिंद्रिय रसायनशास्त्र.

(७१) रसायनशास्त्राचे उद्देश व उपयोग, पदार्थांचे साधारण धर्म, रसायनप्रीति व इतर रसायनशास्त्राचे सामान्य नियम, परिभाषा, संज्ञा वगैरे माहिती पहिले भागांत दिली. आतां ज्या तत्वांपासून पृथ्वीवरील यच्चयावत् पदार्थ बनले आहेत, त्यांपैकीं प्रत्येक तत्व व तज्जन्य संयुक्त पदार्थ यांचें अनुक्रमें विवरण पुढें केलें आहे. वास्तविक जें रसायनशास्त्र त्यास येथूनच आरंभ होतो.

(७२) सेंद्रिय रसायनशास्त्र व निरिंद्रिय रसायनशास्त्र असे दोन भाग या शास्त्राचे आहेत. प्राणी आणि वनस्पति ह्या सेंद्रिय पदार्थांपासून साक्षात् किंवा परंपरेनें निर्माण झालेल्या पदार्थांचें वर्णन सेंद्रिय रसायनशास्त्रांत करितात. केवळ प्राणी व वनस्पति ह्यांपासून उत्पन्न झाले नाहींत अशा पदार्थांचें वर्णन निरिंद्रिय रसायनशास्त्रांत येतें. आतां निरिंद्रिय रसायनशास्त्रास आरंभ करितों.

तत्वांचे धातुरूप व अधातुरूप असे दोन वर्ग कल्पिले आहेत. त्यांपैकीं या भागांत अधातुरूप तत्वें व तज्जन्यसंयुक्त पदार्थ यांचें वर्णन केलें आहे.

प्रकरण ११.

आक्सिजन (आम्लजनक)

चिन्ह—आ, सं. प्र. १६, वि० गु० १.१०५६.*

(७३) **व्याप्ति**—सर्व तत्वांत आक्सिजन हा पदार्थ पृथ्वीवर फार व्यापक आहे. पृथ्वीवरील पाषाण, मृत्तिका, वगैरे पदार्थांत हा वायु $\frac{3}{4}$ आहे. जलामध्यें वजनाच्या मानानें $\frac{8}{9}$ आहे; व वातावरणांत

---

* हवा एकस्थानीं कल्पून तिच्या संबंधानें हें व इतर तत्वांचे व संयुक्त पदार्थांचें विशिष्ट गुरुत्व दिलें आहे.

आकाराच्या मानानें $\frac{1}{5}$ आहे. उद्भिज व प्राणिज पदार्थांचा हा घटकावयव असून त्यांमध्यें सुमारें $\frac{1}{2}$ आहे.

(७४) **वृत्तांत**—ज्या वर्षी आक्सिजन वायूचा शोध लागला, त्या वर्षापासून या उपयुक्त रसायनशास्त्राकडे लोकांचीं मनें लागलीं, व या शास्त्राचा विशेष विचार लोक करूं लागले. या पुढेंच नवनव्या तत्वांचा शोध लागून रसायनक्रियांचा उपयोग व्यवहारांत विशेष होऊं लागला. इंग्लंडांत सन १७७४ सालीं **प्रीस्टली** साहेबानें आक्सिजन शोधून काढिला. त्याच्या पुढल्या वर्षी, म्हणजे सन १७७५ सालीं, स्वीडन देशांत **शील** या नांवाच्या विद्वानास याचा शोध लागला. **प्रीस्टली** साहेबास पूर्वीं शोध लागल्याची **शील** यास माहिती नव्हती.

(७५) या वायूच्या प्राणधारक धर्मावरून **शील** यानें या वायूस प्राणधारक हवा असें नांव दिलें होतें. पुढें **ल्याव्हाइझर** यानें यास आक्सिजन म्हणजे आसिडजनक (आम्लजनक) असें नांव दिलें. कारण त्या वेळेस अशी साधारण समजूत होती कीं, आक्सिजन हा सर्व आसिडांचा म्हणजे सर्व आम्लपदार्थांचा अवश्य घटकावयव आहे. परंतु ज्यांत आक्सिजन मुळींच नाहीं असे हैड्रोक्लोरिक आसिड वगैरे कित्येक आम्ल पदार्थ सांपडले आहेत. तथापि या वायूचें आक्सिजन (आम्लजनक) हेंच नांव अद्याप प्रसिद्ध आहे.

(७६) **कृति**—आक्सिजन वायु कोणत्या तरी आक्साइडापासून अथवा ज्यांत आक्सिजन आहे अशा एखाद्या क्षारापासून उष्णता लावून काढितात.

प्रीस्टली साहेबानें प्रथमतः हा वायु पाऱ्याचा आक्साइड म्हणून जो तांबडा पदार्थ असतो त्यापासून काढिला होता. (१) या रीतीनें आक्सिजन काढणें झाल्यास एका चंबूच्याकृति कांचेच्या भांड्यांत पाऱ्याच्या आक्साइडाची थोडीशी तांबडी पूड घालून त्यास गच्च बूच बसवावा. त्या बुचास छिद्र पाडून त्यांत आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें वांकडी नळी बसवावी. (आकृति ४ पहा) त्या नळीचें दुसरें तोंड वायुसंचक पात्रांतील पाण्यानें भरलेल्या कुपीचे तोंडाशीं सोडावें. नंतर आक्साइडास मद्यार्काचे दिव्याची उष्णता लावावी म्हणजे थोडक्या

वेळानें भांड्यांतील तांबडी पूड प्रथम काळी होऊन पृथक्करण पावते, आणि त्यांतील पारा भांड्याचे वरील थंड भागीं कणरूपानें जमतो, व आक्सिजन नळीवाटे बाहेर निघूं लागतो. तो वायुसंचक पात्रांमधील कुप्यांत धरावा.

पाऱ्याचा आक्साइड हा पदार्थ पारा व आक्सिजन यांचा संयोग होऊन झाला आहे. यांमधील रसायनप्रीति इतकी निर्बल असते कीं, उष्णता लाविल्या बरोबर ते वेगळे होतात. या रीतीनें आक्सिजन वायु प्रयोगांकरितां बहुधां फारसा करीत नाहींत. कारण पाऱ्याचा आक्साइड स्वस्थ मिळत नाहीं. जें पृथक्करण होतें तें खालीं चिन्हांनीं दाखविलें आहे.

पा आ=पा+आ; पा=२००सं.प्र.,**आ.**=१६सं.प्र.,

२१६=२००+१६

यावरून असें समजतें कीं, २१६ भार पाऱ्याचा आक्साइड घेतला तर २०० भार पारा व १६ भार आक्सिजन मिळतो. चंब्वाकृति कांचेच्या ऐवजीं एका लहानशा घट्ट कांचेच्या नळींत आक्साइड घालून तिच्या तोंडीं वायु वाहक नळी बुचानें बसविली आणि दिव्याची आंच दिली म्हणजे आक्सिजन निघतो. यांत एवढीच गोष्ट लक्षांत ठेविली पाहिजे कीं, आक्साइड चांगला कोरडा करून कांचेच्या भांड्यांत घालावा; नाहीं तर कांच फुटते. (आ० ५पहा)

(७७.) याहून कमी खर्चाची व सोपी रीति क्लोरेट आफ पोटयाश या क्षारापासून आक्सिजन काढणेंही आहे. क्लोरेट आफ पोट्याश हा क्षार पोटयासिअम या नांवाचा धातु, क्लोरीन (हरित्पीत) वायु, आणि आक्सिजन यांचा संयोग होऊन झाला आहे. हा क्षार एका चंब्वूंत किंवा रिटार्टांत (आ. ६ पहा) घालून त्यावर पहिल्या रीतींत सांगितल्या प्रमाणें नळी बसवून उष्णता लाविली, म्हणजे त्याचा द्रव होऊन तो उकळूं लागतो, आणि पृथक्करण होऊन त्यांतून आक्सिजन निघतो व क्लोराइड आफ पोटयासिअम हा पदार्थ मागें राहतो. क्लोरेट आफ पोटयाश याचें उष्णतेनें जें पृथक्करण होतें तें खालीं चिन्हांनीं दाखविलें आहे.

पो क्लो आ$_3$= पो क्लो+आ$_3$

पो=३९; क्लो=३५$\frac{1}{2}$; आ=१६.

म्हणून पोक्लोआ$_3$=(३९×१)+(३५$\frac{1}{2}$×१)+(१६×३)=१२२$\frac{1}{2}$

पोक्लोआ		पोट्यासिअमक्लोराइड		आक्सिजन
१२२$\frac{1}{2}$	=	७४$\frac{1}{2}$	+	४८

यावरून असें सिद्ध आहे कीं, जर १२२$\frac{1}{2}$ भार क्लोरेट आफ पोटयाश घेतला आणि त्यास उष्णता लाविली तर त्या पासून ७४$\frac{1}{2}$ भार पोटयासिक क्लोराइड व ४८ भार आक्सिजन मिळेल. यास्तव त्रैराशिकानें विवक्षित वजनाचा क्लोरेट आफ पोटयाश घेतल्यास त्यापासून आक्सिजन किती निघेल, व आपणास हवा तेवढा आक्सिजन काढण्यास क्लोरेट आफ पोटयाश किती लागेल हें सहज काढितां येईल.

उदाहरण १–१० मासे क्लोरेट आफ पोट्याश घेतल्यास त्यापासून आक्सिजन किती निघेल ?

मा. पोक्लोआ$_3$ मा. आ मा. पोक्लोआ$_3$

$$१२२\frac{1}{2} : ४८ :: १० = \frac{४८०}{१२२\frac{1}{2}} = ३\frac{४५}{४९}$$ मासे आ. उत्तर.

उदाहरण २. १० मासे आक्सिजन काढण्यास क्लोरेट आफ पोट्याश किती लागेल ?

मा. आ. मा. पोक्लोआ$_3$ मा. आ.

$$४८ : १२२\frac{1}{2} :: १० = \frac{१२२५}{४८} - २५\frac{२५}{४८} \quad २५\frac{२५}{४८}$$

(मा. क्लो. हें उत्तर.

(७८.) या प्रयोगानें आक्सिजन बराच शुद्ध निघतो. परंतु क्लोरेट आफ पोट्याश यांचें पृथक्करण करण्यास इतकी तीव्र व अतिशय उष्णता लावावी लागते कीं, तेणेंकरून कांच पात्राचा रस होऊन भांडें फुटण्याचा फार संभव असतो. यास्तव या क्षारापासून आक्सिजन काढणें झाल्यास तांबें अथवा पितळ या धातूंच्या रिटाटींचा उपयोग करावा. तथापि या रीतीनें आक्सिजन निघण्यास वेळही फार लागतो. या दोन्हीही अडचणी दूर होण्यास क्लोरेट आफ पोट्याश यामध्यें तेवढ्याच वजनाचा किंवा त्याचा $\frac{1}{3}$ परआक्साइड आफ म्यांगनीज, किंवा तांब्याचा आक्साइड मिसळावा. म्हणजे थोड्या उष्णतेनें व थोड्या

काळांत या क्षारापासून आक्सिजन निघतो. म्यांगनीज किंवा तांबें याचा आक्साइड पृथग्भूत न होतां जशाचा तसाच भांड्यांत राहतो. केवळ स्पर्श संबंधानें क्षाराचें पृथक्करण थोडक्याच उष्ण मानावर हा उत्तेजित करितो. रसायन शालेंत पुष्कळ आक्सिजन याच रीतीनें काढावा, व नेहेमी धातूचा *रिटार्ट घ्यावा.

(७९) उष्णता लाविल्यावर वायुवाहक नळींतून जे बुडबुडे प्रथम निघतात ते त्या भांड्यांतील हवा मिश्रित वायूचे असतात. याकरितां तो वायु प्रयोगाकरितां धरूं नये. वायु तयार करण्याच्या कुपींत जितकी रिती जागा असेल त्याच्या निदान दुप्पट वायु जाऊं द्यावा. नंतर शुद्ध वायु येऊं लागतो तो धरावा. विझविलेली पण गुल असलेली काडी नळीच्या तोंडाशीं झटकन् पेटूं लागली म्हणजे शुद्ध आक्सिजन येऊं लागला असें समजावें.

(८०) क्लोरेट आफ पोट्याश आणि तांब्याचा किंवा म्यांगनीज याचा आक्साइड यांपासून कांचेच्या भांड्यांत आक्सिजन तयार केला तर कांचेचें भांडें फुटतें, तें केवळ प्रयोगकाराच्या गाफिलपणानें फुटतें. जर दोनही पदार्थ चांगले कोरडे करून कांचेच्या रिटार्टांत किंवा चंबूंत घातले आणि आंच दिली, तर भांडें कधीं फुटणार नाहीं. फुटण्याचें मुख्य कारण हें कीं, उष्ण झालेल्या कांचेचा पाण्याच्याद्रवाशीं संपर्क झाला म्हणजे कांच फुटते. याकरितां तसें न होऊं देण्याची खबरदारी घेतली म्हणजे फुटण्याची भीति मुळींच राहत नाहीं. याजकरितां पाण्यानें भरलेल्या वायुपात्रांतून वायुवाहक नळी प्रथम काढून नंतर रिटार्टाखालचा दिवा दूर करावा. नाहींपेक्षां नळींतून रिटार्टांत पाणी जाऊन रिटार्ट फुटेल. धातूच्या रिटार्टाचा उपयोग केल्यानें विशेष भीति नसते. परंतु मोठी शेगडी पेटवून त्यास आंच द्यावी लागते व शेवटीं आक्सिजन इतका जलद निघूं लागतो कीं तो धरण्याचें सुद्धां कठीण पडतें. थोडासा आक्सिजन पाहिजे असल्यास ही खटपट त्रासदायक होते. याकरितां पदार्थ चांगले कोरडे करून

---

* कांचेचा रिटार्ट आ. ६ यांत दाखविला आहे. याचें तोंड बगळ्याच्या मानेसारखें असतें; म्हणून यास कांचबकयंत्रही म्हणतात. धातूच्या पंचपात्रास नळीसकट झांकण बसवून धातूचा रिटार्ट करितात. (आकृति ७ पहा.)

कोरड्या कांचेच्या रिटार्टांत, चंबूंत, किंवा लहानशा नळींत घातिले, आणि मद्यार्काच्या दिव्याची आंच दिली तर, भांडें न फुटतां अल्पायासानें वायु तयार होईल. म्यांगनीज धातूचा आक्साइड फार स्वस्थ म्हणून फार आक्सिजन तयार करणें असेल तेव्हां त्याचा उपयोग करावा. मिश्रणाचें प्रमाण असें काढिलें आहे कीं, एक घन इंच आक्सिजन वायु तयार करण्यास १$\frac{3}{4}$ ग्रेन वजनाचें मिश्रण लागतें. यास्तव जितके घन इंच वायु पाहिजे असेल त्यास १$\frac{3}{4}$ नें गुणून तितके ग्रेन मिश्रण घ्यावें. जर १०० घन इंच आक्सिजन पाहिजे असेल तर १००×१$\frac{3}{4}$=१७५ ग्रेन मिश्रण घ्यावें.

(८१) या दोहोंहूनही कमी खर्चांत पुष्कळ आक्सिजन काढणें झाल्यास नुस्ता परआक्साइड आफ म्यांगनीज यापासून काढावा. हा पदार्थ अनेक देशांत खाणींमध्यें पुष्कळ सांपडतो. हल्लीं उत्तर हिंदुस्थानांत अजमिराकडे व कोंकणपट्टींत सावंतवाडीकडे हा पदार्थ सांपडला आहे. एक भार म्यांगनीज या नांवाचा धातु व दोन भार आक्सिजन यांचा संयोग होऊन हा आक्साइड झाला आहे. याचे बारीक तुकडे अगर पूड करून एका लोखंडी शिशींत घालावी. तिच्या तोंडास मळसूत्रानें गच्च बसणारी एक लोखंडी नळी बसवावी. (आ. ८ पहा) त्या नळीच्या दुसऱ्या तोंडास लांब व लवचीक रबराची नळी बसवून ज्यांत आक्सिजन धरावयाचा असेल अशा वायु धारकांत घालावी आणि शिशीस भट्टीची तीव्र उष्णता देऊन ती आरक्तोष्ण करावी. म्हणजे कांहीं वेळानें वायु निघूं लागेल. प्रथमतः शिशींतील हवा, आक्साइड आफ म्यांगनीज शुद्ध नसल्यामुळें त्यांतील कार्बानिक आसिड वायु, पाणी वगैरे वायु निघतात ते जाऊं द्यावे. मग विझविलेली पण गुल असलेली काडी नळीच्या तोंडाशीं झटकन् पेटूं लागली म्हणजे आक्सिजन येऊं लागला असें समजावें व तो धरावा. या रीतीनें पुष्कळ आक्सिजन तयार करितां येतो; परंतु तो क्लोरेट आफ पोट्याश यापासून काढिलेल्या आक्सिजनासारिखा शुद्ध नसतो. या आक्साइडामध्यें जेवढा आक्सिजन असेल त्याचा $\frac{1}{3}$ आक्सिजन या रीतीनें मिळतो; आणि शिशींत कमी आक्सिजन असणारा असा आक्साइड तळीं राहतो. हें चिन्हांनीं खालीं दाखविलें आहे.

३ म्या आ२ = म्यां३ आ४ + आ२

(८२) **वायु धरण्याचीं यंत्रें**—आक्सिजन वायु तयार करण्याच्या ज्या कृति वर सांगितल्या त्या रीतींनीं तयार केलेला वायु व पुढें दुसरे वायु तयार करण्याच्या ज्या कृति सांगण्यांस येतील त्याप्रमाणें तयार केलेले वायु कसे व कोणत्या पात्रांत धरावे वगैरे सांगणें या स्थळीं अवश्यक आहे. याकरितां त्याविषयीं सांगून नंतर आक्सिजन वायूचे धर्म सांगितले आहेत.

(८३) **वायुपात्र किंवा वायुसंचकपात्र**—(न्युम्याटिकूट्राफ) ज्या रसायन शालेंत प्रयोग करणें आहेत, तेथें वायु पात्राची फारच अवश्यकता आहे. या पात्राशिवाय वायु धरितां येणार नाहींत. वायुपात्र हें दोन फूट लांबीची, दीड फूट रुंदीची व एक फूट खोलीची चौकोनी लांकडी, जस्ताची, किंवा तांब्याची पेटी असते. सदर आकाराची देवदारी लांकडी पेटी घेऊन तीस आंतून पत्रा मारावा, आणि सांधे डांबरानें गच्च करावे, किंवा आंतून व्हारनीस लावावें, म्हणजे थोड्या खर्चांत वायुपात्र तयार होतें. रुंदीशीं समांतर अशा दोहों बाजूंस कांठाखालीं दोन अडीच इंच दोन फळ्या चार पांच इंच रुंदीच्या बसविलेल्या असाव्या. त्यांस तीन इंचाच्या अंतरावर कुप्याच्या माना राहण्याजोगीं भोकें पाडलेलीं असावीं; आणि लांबीशीं समांतर असा चार बोटें रुंदीचा व मध्यें दोन तीन भोकें पाडलेला असा जस्ताचा किंवा तांब्याचा पत्रा आडवा टाकण्याकरितां असावा. अशा प्रकारचें वायुपात्र कांठाच्या आंत इंच दीड इंच म्हणजे आडव्या फळ्यांवर इंच दीड इंच पाणी राहील असें पाण्यानें भरावें. नंतर ज्या कुप्यांत वायु धरावयाचा असेल त्या कुप्या वायुपात्रांत पाण्यानें भरून पाण्या खालींच त्यांचीं तोंडें ठेवून उपड्या काराव्या, आणि दोहों बाजूंच्या फळ्यांवर पालथ्या मांडून ठेवाव्या. कुप्या भरल्यानें पाणी जर आडव्या फळीच्या खालीं गेलें तर पात्रांत पुनः पाणी घालावें; नाहीं तर पाण्यानें भरलेल्या कुप्या फळ्यांवर उपड्या राहणार नाहींत. कुप्यांचीं तोंडें मात्र पाण्यांत असतात, बाकी सर्व भाग पाण्यावर असतो; तथापि पाणी कुप्यांत राहतें, तें पात्रांतील पाण्यावर जो हवेचा दाब आहे, त्याच्या योगानें राहतें. या शिवाय वायुपात्रांत ज्यास्त पाणी झाल्यास तें आपो-

आप बाहेर जाण्याकरितां कांठाशीं एक तोंड असावें व त्याच्या खालीं पाणी धरण्याकरितां एक भांडें ठेविलेलें असावें. कारण वायु धरण्याकरितां कुप्या आरंभीं पाण्यानें भराव्या लागतात, व त्या वायूनें भरल्या म्हणजे त्यांतील सर्व पाणी पात्रांत पडतें; येणेंकरून वायुपात्र भरून पाणी वाहूं लागतें. हें पाणी वर सांगितल्या रीतीनें धरण्याची सोय नसेल तर चोहों बाजूंनीं पाणी वाहून खोलीभर राड होईल. (आकृति, ९, १०, आणि ११ पहा.)

याप्रमाणें कुप्या उपड्या ठेविल्यानंतर त्यांतील एकेक कुपी पात्रांतील आडव्या पत्र्याच्या तुकड्यावर आणावी, आणि त्यांतील एका भोंकावर ठेवावी. नंतर वायुवाहक नळीचें तोंड त्या भोंकांतून कुपीचे तोंडांत सोडावें, म्हणजे हलका वायु कुपींत शिरून त्यांतील जड पाण्यास बाहेर ढकलितो. या रीतीनें एक कुपी भरली म्हणजे ती मधल्या पत्र्यावरून बाजूच्या फळीवर उपडी ठेवावी, आणि दुसरी पाण्यानें भरलेली कुपी मधल्या पत्र्यावर आणावी. याप्रमाणें हव्या तेवढ्या कुप्या भराव्या.

(८४) **वायु धरण्याचीं पात्रें**—एका तोंडाचें व कोणत्याही आकाराचें शुभ्र कांचेचें पात्र वायु धरण्यास चालतें. निरनिराळ्या प्रयोगांस निरनिराळ्या प्रकारचीं भांडीं लागतात. पांच सहा उपयुक्त भांड्यांचे आकार खालीं दाखविले आहेत.

हैड्रोजनासारख्या दाह्य वायूचें ज्वलन दाखविण्यास (आकृति १२) लहान तोंडाच्या कुप्या घ्याव्या. आक्सिजनांत दुसऱ्या पदार्थांचें तीव्र ज्वलन दाखविण्यास मोठ्या तोंडाच्या कुप्या घ्याव्या. (आ. १३ पहा) लोखंडाची तार वगैरे आक्सिजनांत जाळण्यास डिफ्लेग्रेटिंग जार (जाळण्याची हांडी आ. १४ पहा) याचा उपयोग करितात. हें भांडें हांडीसारखें उभें असून खालून अगदीं मोकळें व वरून मोठें कांचेचें बूच बसविण्याजोगें असतें. आकृति १५ यांत दाखविलेल्या नळ्यांचा मोठ्या तोंडाच्या कुप्यांप्रमाणें उपयोग होतो. वायूंचे आकार मापण्यास (आ. १६) छेदांकित नळी लागते. फास्फरस आक्सिजनांत जाळण्यास गोलाकार हांडीचा उपयोग होतो. (आ. १७ पहा)

(८५) दोहों तोंडांनीं उघड्या अशा हांड्या वायूनें भरण्यापूर्वीं

त्यांचीं बुचें गच्च बसतात किंवा नाहींत तें प्रथमतः पाहवें. याकरितां त्यांचीं तोंडें व बुचें स्वच्छ पुसून त्यांस ओंगण लावावें. हें ओंगण मेणांत थोडेंसें खोबऱ्याचें तेल वितळवून तयार करितात. याप्रमाणें बुचें बसवून, त्यांत पाणी भरून, वायुपात्रांतील फळीवर त्या ठेवाव्या. बुचें गच्च न बसल्यास आंत हवा जाऊन पाणी खालीं उतरेल. ज्या कुप्यांस कांचेच्या गुडद्या मारून वायु ठेवणें असेल त्यांच्या बुचांसही ओंगण लावावें.

(८६) एका कुपींतून दुसऱ्या कुपींत वायु भरणें झाल्यास, ज्यांत वायु भरणें आहे ती पाण्यानें भरून वायुपात्रांत डाव्या हातानें उपडी धरावी, आणि उजव्या हातानें वायूनें भरलेल्या कुपीचें तोंड तिच्या तोंडाखालीं हळु हळू आडवें करावें. म्हणजे त्यांतून वायूचे बुडबुडे हळु हळू पाण्यांतून दुसऱ्या कुपींत वर चढतील. हें आकृतींत (आ. १८ पहा) स्पष्ट दाखविलें आहे.

(८७) वायूनें भरलेली कुपी किंवा हांडी वायुपात्रांतून दुसरीकडे न्यावयाची असेल, किंवा बाहेर काढून प्रयोगाकरितां घेणें किंवा ठेवणें असेल तेव्हां, एका उथळ बशींत पाणी भरून ती वायुपात्रांत न्यावी, आणि पाण्याखालींच कुपीचें तोंड बशींत घालावें. कुपीचें किंवा हांडीचें तोंड पाण्यांत बुडे इतकें पाणी बशींत असलें पाहिजे. (आकृति १९ पहा)

(८८) **वायुधारक** (ग्यासहोल्डर)—प्रयोगाकरितां पुष्कळ वायु एकदांच तयार करून ठेवणें असेल, तेव्हां एका मोठ्या उभ्या पंचपात्रासारख्या भांड्यांत वायु धरितात. त्या भांड्यास वायुधारक (ग्यासहोल्डर) असें म्हणतात. या पात्राची रसायन शाळेंत फार अवश्यकता आहे. याकरितां त्याचें वर्णन या स्थलीं केलें आहे (आकृति २० पहा) वायुधारकाची रचना आकृतिवरून स्पष्ट ध्यानांत येईल. **अ** हें एक जस्ताच्या किंवा तांब्याच्या पत्र्याचें उभें पंचपात्र, सुमारें १६ इंच उंचीचें व १२ इंच व्यासाचें असें असतें. तुडाशी **फ** ही तोटी वर तोंड असून तिर्कस लाविलेली असते. तशीच वायुधारकाच्या वरच्या बाजूस सरळ, आडवी, मळसूत्र व कळी असलेली [illegible] लाविलेली असते. पंचपात्राची वरची बाजू खालच्याप्रमाणें पत्र्यानें बंद केलेली

असून तीवर क ड इ या पायावर लाविलेलें एक पातेल्यासारखें ब भांडें असतें. याचा खालच्या पंचपात्राशीं संबंध क आणि ड या नळ्यांनीं झाला असतो. या दोहोंसही मळसूत्रें असून वायु आंत बाहेर हवा तेव्हां जाऊं देतां न यावा म्हणून कळ्या असतात. यांतील क नळी पंचपात्राच्या माथ्यापर्यंतच असते; परंतु ड नळीचें उघडें तोंड पंचपात्राच्या बुडापर्यंत नेलेलें असतें. याशिवाय पंचपात्राच्या बाहेरील बाजूस ह ही कांचेची नळी लाविलेली असते. तिचीं दोन्ही तोंडें अ पंचपात्राच्या वरल्या व खालच्या भागांत उघडतात. या नळीच्या योगानें वायुधारक किती भरला आहे हें समजतें. कारण या नळीचीं दोन्ही तोंडें पंचपात्रांत उघडत असल्यानें पंचपात्रांतील व नळींतील पाण्याची सपाटी हवेच्या दाबानें सारखी राहते. ज्या वेळीं वायुधारकांत वायु जमविणें असेल, त्या वेळीं प्रथमतः खालचें फ द्वार बंद करावें आणि ड, क, ग हीं द्वारें कळ्या फिरवून मोकळीं करावीं. नंतर क्ष सारखी एक लांब गळतीची धातूची नळी असते, ती ड द्वारांत बसवावी, आणि तींत पाणी ओतावें. म्हणजे ड तून वायुधारकाच्या पंचपात्रांत बुडाशीं पाणी जातें आणि त्यांतील हवा क आणि ग या द्वारांनीं बाहेर जाते. याप्रमाणें सर्व वायुधारक पाण्यानें भरला व गळतींतून पाणी खालीं उतरत नाहींसें झालें म्हणजे ड, क आणि ग हीं द्वारें कळ्या फिरवून बंद करावीं; आणि फ द्वार खुलें करावें. क आणि ग या द्वारांतून हवा येत नाहीं म्हणून फ तोटींतून पाणी बाहेर जाणार नाहीं. कारण तें बाहेरील हवेच्या दाबानें आंत तोलून राहतें. परंतु अशा स्थितींत क, किंवा ग यांतून एखादें द्वार उघडलें, तर फ तोटींतून पाणी बाहेर जाईल. कारण उघड्या द्वारांतून पाण्यावर वातावरणाचा दाब बसेल.

पाण्यानें भरल्यावर रिटार्टाची मान किंवा चंबूस लाविलेली वायुवाहक नळी फ तोटींतून पंचपात्राच्या आंत चांगली शिरे अशी घालावी. म्हणजे वायुधारकांतल्या पाण्यांतून वायूचे बुडबुडे वर चढून पंचपात्राच्या वरच्या भागांत जमतील, आणि त्याच्या आकारमाना इतकें पाणी तोटींतून बाहेर पडेल. याप्रमाणें सर्व पाणी निघून गेल्यावर फतून वायुवाहक नळी काढून फ तोटी मळसूत्रानें गच्च बंद करावी.

वायुधारकांतून एकाद्या कुपींत वायु घेणें असल्यास ब गळतींत पाणी घालावें किंवा ड द्वारास क्ष गळती लावावी, म्हणजे पाणी खालीं लवकर उतरतें. गस एक रबराची नळी लावून ती पाण्यानें भरलेल्या वायुपात्रांतील आडव्या फळीच्या भोंकांतून तीवरील पाण्यानें भरलेल्या पालथ्या कुपीच्या तोंडांत द्यावी. आणि ग आणि ड यांच्या कळया फिरवाव्या, म्हणजे डतून पाणी पंचपात्रांत उतरेल व गतून वायु बाहेर जाईल, तो वायुपात्रांतील कुपींत जमेल. कुपी भरली म्हणजे गची कळी फिरवावी. याप्रमाणें हव्या तेवढ्या कुप्या भराव्या. कधीं कधीं ब गळतींतच क, द्वाराच्या तोंडावर कुप्या ठेवून ही भरतात. याहून कमी खर्चांत होणारा वायुधारक असतो तो (आकृति २२ पहा) ही दाखविला आहे. यास ब गळती व ग द्वार हीं नसतात. बाकी फ तोटी ह कांचेची नळी हीं असून वरच्या आंगास फक्त दोन क आणि ड हीं द्वारें असतात. त्यांपैकीं ड द्वारांतील नळी बुडापर्यंत जाते. क पंचपात्राच्या मस्तकापर्यंत असते, व तिचा उपयोग वायु बाहेर काढण्यास होतो. हीं वायु धरण्याचीं व ठेवण्याचीं पात्रें झालीं.

(८९) वायु तयार करण्याचीं पात्रें रिटार्ट (कांचबकयंत्र) (आकृति २३), कांचेचे चंबू (आकृति २४), टेस्ट टयुब्स (आकृति २५), मद्यार्काचे दिवे (आकृति २६), रिटार्टाच्या बैठकी (आकृति २७), व कांचेच्या व रबराच्या लहान मोठ्या नळया यांचा संग्रह रसायन शाळेंत असला पाहिजे. जो वायु उत्पन्न होईल तो सर्व नेण्याजोगी मोठी वायुवाहक नळी असावी. कांचेची वायुवाहक नळी बुचास भोंक पाडून जोडावी. निरनिराळया आकारांच्या बुचांचा पुष्कळ संग्रह असून त्यांस भोंकें पाडण्याच्या नळयाही असल्या पाहिजेत. वायु निघण्याचें बंद होतांच वायुवाहक नळी वायुपात्रांतून बाहेर काढावी; नाहीं तर त्यांतून पाणी रिटार्टांत शिरून रिटार्ट फुटेल.

याप्रमाणें वायु धरण्याचीं व तयार करण्याचीं पात्रें, रीति व तत्संबंधी इतर मुख्य गोष्टी सांगितल्या. प्रसंग येईल त्याप्रमाणें याहून विशेष माहिती कित्येक वायु तयार करण्यास लागते ती सांगेन.

(९०) **धर्म**—हवेसारखा आक्सिजन गंधहीन, रंगहीन, व रुचिहीन आहे. आक्सिजन वायूनें भरलेली एक कुपी हातांत घेऊन प-

हावी, म्हणजे त्यास रंग नसून, हवेप्रमाणें अदृश्य आहे असें स्पष्ट दिसेल. कुपी नाकाजवळ नेल्यास कोणत्याही प्रकारचा वास येणार नाहीं. हा वायु ३२° फर्ना. उष्णमानाच्या १०० घन इंच पाण्यांत अजमासें ४ पासून ६ घन इंच विरघळतो. एका कुपींत थोडेंसें शुद्ध पाणी घेऊन त्यांत थोडासा आक्सिजन विरघळूं द्यावा, आणि त्या पाण्याची रुचि पहावी म्हणजे त्यास कांहीं रुचि लागणार नाहीं. सर्व प्रकारच्या पाण्यांत हवेंतील थोडा बहुत आक्सिजन विरघळलेला असतो. जलचर प्राण्यांचें श्वासोच्छ्वसन व जीव रक्षण पाण्यांत विरघळलेल्याच आक्सिजनावर होतें. ज्यांत आक्सिजन नाहीं अशा पाण्यांत जर एकादा मासा टाकिला तर तो तात्काळ मरण पावेल. एका पेल्यांत थोडेंसें पाणी तापवावें म्हणजे त्यांतील आक्सिजन वायुरूपानें उडून जाईल; असल्यांत मत्स्य टाकिल्यास तो मरेल. पाण्याच्या घटनेंतील आक्सिजन व हा विरघळलेला आक्सिजन हे अगदीं निराळे आहेत. पाणी तापवून त्यांतील विरघळलेला आक्सिजन घालविला तरी पाण्याचा घटक आक्सिजन जशाचा तसाच राहतो. वनस्पतीही आपल्या पाळांतून पाण्यांतील विरघळलेला आक्सिजन शोषून घेतात.

मागें जीं त्रेसष्ट मूलतत्वें सांगितलीं त्यांपैकीं फ्लोरिन शिवाय करून सर्व एकाकी पदार्थांशीं आक्सिजनवायु संयोग पावतो. बहुतेकांशीं या वायूचा संयोग होत असतां जाळ होतो म्हणजे उष्णता आणि प्रकाश हीं उत्पन्न होतात.

प्रयोग २६—वायुसंचक पात्रांतून आक्सिजन वायूनें भरलेली कुपी घेऊन त्यांत जर लाल गुल असलेली काडी घातली तर झटकन् पेटते व जाळ होतो. ती जर बाहेर काढून विझविली आणि लिकलिकत असतां पुनः आंत घातली तर पुनः पेटते. याप्रमाणें कुपींत आक्सिजन असेपर्यंत, म्हणजे कुपींतील सर्व आक्सिजन कोळशाशीं संयोग पावेतोंपर्यंत अशीच काडी पेटते. याचें कारण असें कीं, कोळसा आक्सिजनाशीं संयोग पावतो. तेणेंकरून संयोगजन्य उष्णता व प्रकाश उत्पन्न होतात. कोळसा व आक्सिजन यांच्या संयोगापासून झालेला पदार्थ कार्बानिक आसिड कुपींत जमतो. याची परीक्षा पहाणें असल्यास कुपींत थोडीशी चुन्याची निवळी घालावी. म्हणजे ती कार्बानिक

आसिडानें दुधासारखी पांढरी होईल. दुसरी आक्सिजनानें भरलेली कुपी घेऊन त्यांत लाल कोळी असलेली मेणवत्ती घातली तर झट्कन् खूप जोरानें पेटेल. बारीक मेणबत्तीचा तुकडा लांब तारेस आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें अडकवून या प्रयोगाकरितां घ्यावा. (आ. २८)

प्रयोग २७—एका जाड लोखंडी तारेस टिंवळें जोडलेला व तारेस मध्यें कुपीच्या तोंडावर बसण्याजोगा पत्रा जोडलेला एक चमत्कारिक* आकृतींत दाखविल्यासारखा, चमँचा असतो (आकृति २९ व ३० पहा) त्यांत थोडासा गंधक घालून दिव्यावर पेटवावा म्हणजे तो मंद जळतो, व प्रकाश तर मुळींच पडत नाहीं. आतां हा चमचा आक्सिजनानें भरलेल्या कुपींत घातला, म्हणजे अतिप्रज्वलित व प्रकाशमान होऊन निळवट जांबळ्या रंगाची ज्योत उत्पन्न होते व गंधक सतेज जळतो. सारा गंधक जळल्यावर कुपींत आक्सिजन व गंधक यांच्या संयोगापासून उत्पन्न झालेला पदार्थ गंधकाचा आक्साइड असतो.

प्रयोग २८—फास्फरस या नांवाचा ज्वालाग्राही पदार्थ प्राण्यांच्या हाडांपासून काढितात, व ज्याचा उपयोग आगकाड्या करण्याकरितां करितात त्याचा तुकडा आक्सिजनामध्यें जाळावा. फास्फरसाची कांडी घेऊन त्याचा वाटाण्या एवढा तुकडा पाण्यांतच कापून (हवेंत कापिला तर आपोआप घर्षणानें पेटेल) तो टिपण्याच्या कागदानें हळू कोरडा करावा. नंतर वर सांगितल्या प्रकारच्या चमच्यांत घालून त्यास लाल तारेनें पेटवावा आणि आक्सिजनानें भरलेल्या हांडी सारख्या मोठ्या कांचपात्रांत घालावा. (आ० ३१) म्हणजे फास्फरस इतक्या जोरानें जळतो व त्याची ज्योत शुभ्र व तेजःपुंज इतकी असते कीं, तिचा प्रकाश पाहतांना डोळे दिपतात. यापासून उष्णता इतकी जोरानें उत्पन्न होते कीं, भांडें खूप तापतें; याकरितां त्यावर पाणी घालीत राहिलें पाहिजे. इतकेंही करून कधीं कधीं कांचपात्र फुटतें. फास्फरसाचा फार लहान तुकडा घेतल्यास हा अनर्थ बहुधां टळतो. सर्व फास्फरस जळला म्हणजे भांडें फास्फरसाच्या आक्साइडानें भरतें. त्या वाफा कांहीं काळानें पाण्यांत विरघळून पाणी भांड्यांत चढतें. हा प्रयोग करण्यास

* असा आयता चमचा नसल्यास, एका लहानशा वाटीस लोखंडी तार गुंडाळून ती लोखंडी पत्र्यास अडकवून करावा.

आकृतींत (आकृति ३२ व ३३) दाखविल्याप्रमाणें बैठक व कांचेचा गोल असला म्हणजे प्रकाश विशेष पडतो. बैठकीस भोंकें असावीं म्हणजे त्यांतून उष्णतेनें विस्तृत झालेला वायु जाईल. बैठक बुडून तिच्या छिद्रमय पाटावर बोट दीड बोट पाणी राही इतकें पराती सारखें उथळ मातीचें भांडें पाण्यानें भरून त्यांत बैठक ठेवावी. नंतर बैठकी वरील टिवळ्यांत फास्फरसाचा कोरडा तुकडा घालावा. तो लाल तारेनें पेटवून त्यावर वायूनें भरलेला गोल वायुपात्रांतून उचलून मधोमध ठेवावा.

प्रयोग २९—बाभळीच्या सालीचा कोळसा करून त्यास तार बांधावी किंवा तो चमच्यांत घालावा; आणि त्याचा इंगळ करून तो आक्सिजनाच्या कुपींत घातल्यास फार तेजस्वी जळतो व सुंदर ठिणग्या उडतात.

प्रयोग ३०—पोट्यासिअम या नांवाच्या धातूची आक्सिजनाशीं फार प्रीति असल्यामुळें ज्यांत आक्सिजन असेल त्याचें पृथक्करण करून त्यांतील आक्सिजनाशीं तो संयोग पावतो; यास्तव हा नखतेल किंवा टर्पेंटाइन तेलांत ठेवितात. याचा एक लहानसा तुकडा कापून पाण्यावर टाकिला तर पाण्यावर जळतो. याचा वाटाण्याएवढा तुकडा चमच्यांत घालून तो पेटवावा, आणि आक्सिजनांत चमचा घालावा म्हणजे सुंदर व तेजस्वी जांभळ्या रंगाच्या ज्योतीनें जळतो, आणि भ" ड्यांत पोट्यासिअमचा आक्साइड उत्पन्न होतो. (२७ प्रयोगांती आकृति पहा.)

प्रयोग ३१—आतां जो प्रयोग सांगणार तो फार मजेचा आ मागील प्रयोगांत आक्सिजनांत जाळण्यास जे पदार्थ घेतले, ते ए हवेंत सहजरीत्या जळणारे होते. हवेंत सहसा थोड्या उष्णते जळणारा पदार्थ लोखंड हाही आक्सिजनांत लहानशा मेणबत्तीनें ज यावरून आक्सिजनाचा ज्वाला प्रवर्तक धर्म किती आहे हें सहज येतें. एक चांगली पोलादी तार (खिशांतील घड्याळाची ल कमान मिळाल्यास फार उत्तम) घेऊन ती एका शिसपेनसलीं गुंडाळून तिचें वेटोळें करावें. ज्या आक्सिजनाच्या हांडींत जाळावयाची असेल तिच्या तोंडास गच्च बसणारा बूच घेऊन

या वेटाळ्याचें एक टोंक घट्ट बसवावें, व दुसऱ्या टोंकास एक बारीक (गोव्याच्या) मेणबत्तीचा तुकडा अडकवून, तो पेटवून विझवावा व लाल कोळी असतां आक्सिजनानें भरलेल्या हांडींत तारेचें वेटाळें घालावें. मेणबत्तीच्या ऐवजीं वेटाळ्याचें टोंक जळत्या गंधकांत बुडविलें तरी चालेल; किंवा गंधक लाविलेला कापूस अडकविल्यासही चालेल. आक्सिजनांत तार घालतांच मेणबत्तींतील कार्बान, किंवा गंधक यांचा आक्सिजनाशीं संयोग होऊन इतकी तीव्र उष्णता उत्पन्न होते कीं, तेणेंकरून पोलादी तार पेट घेऊन सतेज जळूं लागते व अशा सुंदर ठिणग्या उडतात कीं जणू काय फुलबाजाच सोडला आहे. या प्रयोगांत आक्सिजन लोखंडाशीं संयोग पावला, याची खात्री बशींतील पाणी हांडींत चढतें यावरून होते. आक्सिजन व लोखंड यांच्या संयोगापासून इतकी तीव्र व पुष्कळ उष्णता निघते कीं तेणेंकरून संयोगजन्य लोखंडाचा आक्साइड वितळून बशींतल्या पाण्यांत पडतो व बुडाशीं जळतो. यापासून बशीस इजा न व्हावी म्हणून बशींतील पाण्यांत वाळूचा थर असावा. (आकृति २४ पहा.)

प्रयोग ३२—मग्निशिअम नांवाची धातु आहे तिची तार साधारण दिव्यावर धरल्यास पेटते. तिचा प्रकाश चंद्रज्योतिसारखा, पण तिच्याहून कित्येक पटीनें तेजस्वी असा पडतो. या तारेचें वेटाळें करून एका बुचांत बसवावें; आणि तिचें टोंक पेटवून आक्सिजनानें भरलेल्या कुपींत घालावें. म्हणजे अतिशयच तेजस्वी व शुभ्र प्रकाश पडेल, व अंधारी रात्र असल्यास जणूं काय चंद्रच उगवला आहे व त्याणें आपलें सारें प्रकाश भांडार उघडलें आहे असा भास होईल; तार सारी जळून गेल्यावर डोळे दिपून गेल्यामुळें कांहीं वेळ डोळ्यांपुढें अंधारी येईल.

हे सर्व प्रयोग रात्रौ अंधारांत केल्यास फारच मजेचे दिसतात, व प्रकाश खूब तेजःपुंज पडतो.

(९२) या प्रयोगांवरून असें लक्षांत येईल कीं, ज्वलनास साह्य करण्याचा व तें वाढविण्याचा आक्सिजनाचे आंगीं विलक्षण धर्म आहे. तसेंच या प्रयोगांवरून असेंही आपले लक्षांत येईल कीं, आक्सिजनांत जी ज्वलनक्रिया चालते ती रसायन संयोगाचें फल असून या रसायन

क्रियेपासून सर्वदां उष्णता व बहुधां प्रकाश हीं प्रकट होतात; रसायन संयोग त्वरेनें व जोरानें घडून जेव्हां उष्णता आणि प्रकाश हीं प्रकट होतात, तेव्हां ज्वलन घडतें असें म्हणतात. आक्सिजनांतील ज्वलन क्रिया व हवेंतील तीच क्रिया या एकाच कारणानें घडतात. दोहोंत ही ज्वलनास प्रवृत्त करणारा आक्सिजन असतो. म्हणून त्यास ज्वाला प्रवर्तक असें म्हणतात. परंतु हवेपेक्षां आक्सिजनांत ज्वलन जोरानें चालतें. यामुळें दोहोंतील ज्वलनक्रिया परस्पर भिन्न असा आपणास भास होतो. त्यांच्या त्वरेमध्यें मात्र न्यूनाधिक्य असतें. हवेंत ज्वलन मंद व कमी तेजानें घडतें, याचें कारण असें आहे कीं, हवेंत ज्वलनास प्रवृत्त करणारा शुद्ध आक्सिजन नसून, तो त्याच्या चौपट नैट्रोजनाशीं मिसळून पातळ झालेला असतो. हवेंतील मंद ज्वलनापेक्षां शुद्ध आक्सिजनांतील त्वरित ज्वलनानें तीव्र उष्णता व तेजःपुंज असा प्रकाश प्रकट होतो. जरी उष्णतेचें मान भिन्न असलें, तरी अवघा पदार्थ हवेंत जाळला किंवा आक्सिजनांत जाळला तरी दोहोंपासून सारखी उष्णता प्रकट होईल. जसें, १२ ग्रेनभार कोळसा हवेंत जाळल्यापासून जेवढी उष्णता उत्पन्न होते, तेवढीच उष्णता १२ ग्रेनभार कोळसा आक्सिजन वायूंत जाळिल्यानें उत्पन्न होते. परंतु हवेंतील मंद ज्वलनानें विवक्षित उष्णता उत्पन्न होण्यास जो काळ लागतो त्याचा कांहीं अंश मात्र आक्सिजनांतील त्वरित ज्वलनानें लागतो. म्हणूनच ही ज्वलनक्रिया हवेंतल्याहून फार तीव्र असते. तथापि दोहोंपासून ही कार्बानिक आसिड वायु सारख्याच वजानाचा उत्पन्न होतो; आणि दोहोंपासून प्रकट झालेल्या उष्णतेनें सारख्याच वजनाचें वर्फ वितळेल. मात्र शुद्ध आक्सिजनांतील ज्वलनानें फार त्वरित वितळेल.

(९२) प्राण्यांच्या श्वासोच्छ्वासास साह्य करण्याचा आक्सिजनाचे आंगीं मोठा चमत्कारिक धर्म आहे. वस्तुतः आक्सिजनावांचून प्राण्याचें जीवन होणार नाहीं. हवेंतील शुद्ध आक्सिजनावर प्राणिमात्रांचें जीवन धारण होत आहे, म्हणून यास प्राणवायु असें कित्येक म्हणतात. श्वासोच्छ्वासाबरोबर हवेंतील जो आक्सिजन प्राण्याच्या पोटांत जातो त्याच्या योगानें प्राण्याचे शरीरांत जे रसायन फेरफार होतात, ते ज्वलनांतल्या

रसायन फेरफारांसारखेच असतात. फुप्फुसांतून पोटांत आक्सिजन गेल्यावर तो रक्ताचे घटकांशीं मंद रीतीनें संयोग पावतो. त्या संयोगामुळें शरीरांत उष्णता उत्पन्न होते. रक्ताच्या घटकावयवांशीं आक्सिजन संयोग पावून कार्बानिक आसिड वायु उत्पन्न होतो, व तो उच्छ्वासाबरोबर बाहेर जातो. प्राण्याचे जीवनास जरी आक्सिजन अवश्य आहे, तरी शुद्ध आक्सिजन जीवधारणास योग्य नाहीं. कारण ज्वलनक्रिया जशी शुद्ध आक्सिजनांत खूब झपाट्यानें त्वरित चालते, म्हणजे हवेंत एकादा पदार्थ जळण्यास जितका वेळ लागतो त्याच्या पुष्कळ पटीनें कमी वेळ तोच पदार्थ आक्सिजनांत जळण्यास लागतो, त्याप्रमाणें शरीरांत शुद्ध आक्सिजन गेल्यास त्याचे रसायन व्यापार इतके त्वरेनें होतील व इतका दाह उत्पन्न होईल कीं, तो प्राणी लवकरच मृत्यु पावेल. याकरितां श्वासोच्छ्वासास आक्सिजन कडक होऊं नये म्हणून ईश्वरानें तो नैट्रोजनानें मिश्रित केला आहे. इतकें असून तें मिश्रण रासायनिक नसल्यामुळें हवेंतील शुद्ध आक्सिजन प्राण्यास मिळतो. याविषयीं आणखी हवेच्या प्रकरणांत विशेष लिहिलें आहे, म्हणून येथें इतकेंच पुरे करितों.

हवेहून आक्सिजन जड आहे. ज्या आकार मानाच्या हवेचें वजन एक ग्रेन भरेल त्याच आकाराच्या आक्सिजनाचें वजन १.१०५ ग्रेन भरेल. म्हणजे हवेच्या संबंधानें त्याचें विशिष्ठ गुरुत्व १.१०५ आहे. ६०° फा. उष्णमान व ३० इंच हवेचा दाब असतां या वायूचे १०० घन इंच ३४.२९ ग्रेन वजन भरतात.

(९३) दाह्य पदार्थांच्या ज्वलनाच्या संबंधानें या वायूचे तीन वर्ग कल्पिले आहेत.

(१) जे स्वतः न पेटतां दुसऱ्या पदार्थाला पेटूं देतात ते. जसे, आक्सिजन. यांस ज्वाला प्रवर्तक म्हणतात.

(२) जे पदार्थ थोड्या उष्णतेनें स्वतः पेट घेतात, परंतु दुसऱ्याच्या ज्वलनास प्रवर्तक होत नाहींत ते. जसे, हैड्रोजन. यास ज्वालाग्राही म्हणतात.

(३) जे स्वतः पेटत नाहींत व दुसऱ्याच्याही ज्वलनास प्रवृत्त करीत नाहींत ते. जसे, नैत्रोजन.

(९४) **आक्साइड**—इतर तत्वांशीं आक्सिजन संयोग पावून जे संयुक्त पदार्थ उत्पन्न होतात त्यांस आक्साइड म्हणतात, व जो पदार्थ आक्सिजनाशीं संयोग पावला तो आक्सिडाईज झाला असें म्हणतात. हे पदार्थ उपयुक्त असून असंख्य आहेत. यांचे मुख्य तीन वर्ग केले आहेत. पहिल्या वर्गांतील पदार्थांस बेसिक् आक्साइडस् म्हणतात. यांच्या आंगीं मागें सांगितलेले बेसांचे धर्म असतात. आल्केली याच वर्गांतील होत. दुसऱ्या वर्गांतील पदार्थांस आसिड आक्साइडस् म्हणतात. यांचे धर्म कोणते, व ते बेसांच्या विरुद्ध परंतु मुख्यत्वें आल्केलींच्या विरुद्ध असतात, आणि हे आक्साइड बेसांशीं मिळून क्षार बनवितात, वगैरे माहिती मागील एका प्रकरणांत दिली आहे. तिसऱ्या वर्गांतील पदार्थांस न्युट्रल आक्साइडस् म्हणतात. यांचे धर्म आसिड आक्साइडस् व बेसिक आक्साइडस् यांच्या मधोमध असतात. पाणी (हैड्रोजनाचा आक्साइड) यांचें उदाहरण होय. यांस आंबट रुचि नसते व हे वनस्पतींच्या रंगास बदलीत नाहींत व आसिडांशीं किंवा बेसांशीं संयोग पावत नाहींत.

ओझोन. आ३.

(९५) कोरड्या आक्सिजनांत किंवा हवेंत जर विद्युल्लतेच्या कांहीं ठिणग्या सोडिल्या, तर एक चमत्कारिक, व कांहींसा धातू सारखा वास येतो. त्याच प्रकारचा वास आक्सिजनांत कांहीं वेळ फास्फरस ठेविला तर येतो. या गंधयुक्त वायूच्या धर्मांविषयीं विशेष शोध केल्यावरून असें समजलें आहे कीं, याच्या आंगीं या गंधा शिवाय, साधारण आक्सिजनांत नाहींत असे कित्येक धर्म आहेत. याच्या चमत्कारिक गंधावरून यास प्रोफेसर **शाबीन** याणें ओझोन हें नांव दिलें आहे.

(९६) **कृति.** (१) ज्या नळींत दोन प्लाटिनम धातूच्या तारा बसविलेल्या आहेत अशा नळींतून आक्सिजन वायूचा प्रवाह सोडावा. नंतर एक तार विद्युद्यंत्राच्या मुख्य वाहकास जोडावी व दुसरीचा जमिनीशीं संगम करावा, म्हणजे आक्सिजन वायु आकुंचित होऊन ओझोन वायूचा वास येऊं लागतो.

(२) एक फास्फरसाची कांडी घेऊन ती चांगली पाण्यांत तासून तीं वरील पांढरें कवच काढून टाकावें. शिसाभर पाणी राही अशा रुंद तोंडाच्या कुपींत संध्येची पळी दोन पळया पाणी घालून त्यांत फास्फरसाची कांडी आडवी घालावी. अर्धी पाण्यांत बुडावी, व अर्धी पाण्यावर राहवी, व तोंडावर एक कांचेचा तुकडा ठेवून किंवा बूच बांकडें सैल ठेवून एक तासपर्यंत ती कुपी हवेंत ठेवावी. (आकृति २५.) कांहीं तासानंतर कुपीचें तोंड पाण्यांत उपडें करावें आणि फास्फरसाची कांडी पाण्यांत पडूं द्यावी. मग कांचेचा तुकडा किंवा बूच पुनः तिच्या तोंडावर ठेवून कुपी पाण्यांतून काढून हालवावी म्हणजे फास्फरस आसिडाचा धूर पाण्यांत विरघळून जातो. फास्फरस मंद रीतीनें आक्सिडाइन् होऊन थोडासा ओझोन कुपींत तयार होतो. कदाचित् फास्फरस पेटला तर तो विझवितां यावा व येणेंकरून कुपी फुटली तर फास्फरस पाण्यांतच पडावा याकरितां कुपी पाण्यानें भरलेल्या उथळ बशींत ठेवावी.

(३) रसायनजन्य विद्युत्प्रवाहानें पाण्याचें पृथक्करण करितेसमयीं थोडासा ओझोन उत्पन्न होतो. विद्युद्यंत्र फिरवीत असतां जो वास येतो तो ओझोन वायूचाच येतो. हवेंतील आक्सिजन आकुंचित होऊन ही हा वायु बनतो.

(९७) **धर्म**—आक्सिजन वायु आकुंचित होऊन ओझोन बनतो. आक्सिजनाचीं तीन मापें आकुंचित होऊन दोन मापें ओझोन उत्पन्न होतो. हा वायु पाण्यांत किंवा आसिड, आल्कली वगैरेंच्या द्रवांत विरत नाहीं. परंतु पोट्यासिक आयोडाइड या पदार्थाचा द्रव यास शोषून घेतो. हवेंत हा वायु फार जमला तर फुप्फुसांत शिरून खोकला उत्पन्न करितो. याच्या आंगीं आक्सिडाइज करण्याची मोठी शक्ति आहे. तसेंच शुभ्र करण्याची व दुर्गंध नाश करण्याची ही याचे आंगीं मोठी शक्ति आहे. बूच, रबर वगैरे सेंद्रिय पदार्थांस हा वायु खातो. लोखंड, तांबें, पारा, आर्द्र असल्यास रूपें, या धातु या वायूनें जलद जंगतात. या वायूचा मुख्य परीक्षक पोट्यासिक आयोडाइड हा पदार्थ आहे. कारण याशीं ओझोन वायूचा समागम होतांच त्यांतील आयोडीन वेगळा होतो.

प्रयोग ३३—मासाभर तवकील ६० मासे पाण्यांत शिजवावें. मग

त्यांत एक गुंजभार पोट्यासिक आयोडाइड मिसळावा. स्वच्छ व शुभ्र कागदाचे अरुंद बोटभर लांबीचे तुकडे कापून त्यांवर हें मिश्रण सारवावें. असला कागद फास्फरसाचे कुपींतील हवेवर कार्य चाललें असतां त्यांत घालावा म्हणजे तात्काळ निळा होईल. तसेंच असला कागद विद्युद्यंत्राजवळ धरिल्यासही निळा होईल. कागद निळा होण्याचें असें कारण आहे कीं, ओझोन आयोडाइडांतील आयोडीन वेगळा पाडितो; व हा आयोडीन तवकिलास (स्टार्चास) निळा करितो. या प्रकारचे कागद आयते तयार करून वाळवून ठेवितात.

प्रयोग ३४—नीळ तीव्र सल्फ्युरिक आसिडांत वितळवावा. मग त्यांत पुष्कळ पाणी घालावें. असला द्रव जर संध्येची पळीभर फास्फरसानें ओझोन युक्त केलेल्या कुपींत घालून हालविला, तर लागलाच त्याचा रंग नाहींसा होतो.

(९८) कित्येक लहान वृक्ष सूर्यप्रकाशांत वाढत असतां फार सूक्ष्म प्रमाणानें ओझोन वायु बाहेर टाकितात. बहुत करून ओझोन हवेंत असतो; परंतु फारच थोडा असतो. वर सांगितलेला कागद जर रानामध्यें हवेंत पांच सहा मिनिटें ठेविला तर निळा होतो. हवेंत जसा ओझोन ज्यास्त कमी असेल त्या मानानें भिन्न भिन्न दिवशीं तो कागद भिन्न प्रमाणानें निळा होतो. सर्द हवा किंवा धुकें फार असेल तर रंग मुळींच पालटत नाहीं. मोठ्या शहरीं दाट वस्तींत ओझोन फारच थोडा असतो. तुळशीच्या झाडांतून इतरांपेक्षां ओझोन फार निघतो; म्हणून आम्हांमध्यें तें झाड घरापुढें लावण्याची जी चाल पडली आहे तीं चांगली आहे. कारण हा हवेंत जरी थोडा असला तरी त्यापासून हवा स्वच्छ होते. हवेंत जे सेंद्रिय पदार्थ कुजून दुर्गंध उत्पन्न करितात ते पदार्थ ओझोन वायूशीं संयोग पावले म्हणजे अगदीं गंधहीन व निरुपद्रवी असे होतात.

प्रकरण १२.

हैड्रोजन (जलजनक).

[चिन्ह—है; सं. प्र. १; वि. गु. ·०६९२.]

(९९) **व्याप्ति**—पाण्याचा दुसरा घटकावयव हैड्रोजन वायु आहे. पाण्यांत वजनाच्या मानानें २ भाग व आकार मानानेंही दोन भाग हैड्रोजन वायु असतो. हा वायु सृष्टींत शुद्ध व असंयुक्त स्थितींत सांपडत नाहीं. याची व्याप्ति पृथ्वीवर पुष्कळ आहे. पृथ्वीवरील सर्व जलांत ⅑ हा वायु आहे. सर्व वनस्पती व प्राणी यांचा हा एक घटकावयव आहे. तसेंच सर्व आम्ल पदार्थ व लांकूड, मेण, तेल, दगडी कोळसे इत्यादि सर्व ज्वालाग्राही पदार्थ यांचा हा घटकावयव आहे.

वृत्तांत—आक्सिजनवायूचा शोध लागण्यापूर्वीं सन १७६६ सालीं हैड्रोजन वायूचा शोध लागला. या शोधास सारीं १०८ वर्षें झालीं. कित्येकांच्या मतें **क्याव्हेंडिश** साहेबांस याचा शोध प्रथम लागला. व दुसऱ्यांचें म्हणणें कीं, **वाट** साहेबानें हा प्रथम शुद्ध अवस्थेंत वेगळा काढिला. हैड्रोजन हें नांव, 'हैडार' (पाणी) आणि 'जेनेवो' (उत्पन्न करणें) या दोन ग्रीक शब्दांपासून निघालें आहे. या दोन अवयवांचा अर्थजलोत्पादक असा आहे म्हणून यास मराठींत 'जलजनक' हें नांव दिलें आहे.

(१००) **कृति**—हा वायु बहुधा जलाचें अथवा एखादा आसिडाचें पृथक्करण करून तयार करितात.

(१) पाण्याचें पृथक्करण पोटयासिअम, किंवा सोडिअम या धातूंच्या योगानें फार जलद होतें. पोटयासिअम व आक्सिजन यांमध्यें अशी विलक्षण रसायनप्रीति आहे कीं, पोटयासिअम व पाणी यांचा समागम होतांच पोटयासिअम पाण्याचें पृथक्करण करून, आक्सिजनाशीं संयोग पावतो, आणि हैड्रोजन वेगळा पडतो. दोन किंवा अधिक पदार्थांत रसायन संयोग झाला म्हणजे सर्वदा उष्णता व कधीं कधीं प्रकाश हीं बाहेर पडतात. पोटयासिअम व आक्सिजन यांचा रसायन संयोग होतो व तेणेंकरून संयोगजन्य उष्णता उत्पन्न होते. या उष्णतेनें, हवेंत जो पाण्यांतील हैड्रोजन वेगळा पडतो तो ज्वालाग्राही

असल्यामुळें पेटतो. हे रसायन संयोग व वियोग होतांना एकंदर इतकी उष्णता निघते कीं, थोडासा पोटयासिअम धातूचा भागही जळतो. यास्तव पाण्यावर जांभळी ज्योत दिसते. आतां हैड्रोजन पेटूं नये, व पोटयासिअम जळून व्यर्थ जाऊं नये, याकरितां पोटयासिअम धातूचा तुकडा पाण्यांत कोणत्या तरी रीतीनें धरिला पाहिजे. याकरितां, पोट्यासिअमचा वाटाण्याएवढा तुकडा घेऊन तो टिपण्याचे कागदांत गुंडाळून पुडी करावी आणि ती पुडी कात्रीनें किंवा चिमट्यानें वायुसंचक पात्रांत पाण्यानें भरलेल्या कांचेच्या कुपीच्या तोंडीं धरावी. (आ. ३६) म्हणजे ती धातु पाण्याचें पृथक्करण करून आक्सिजनाशीं संयोग पावते व हैड्रोजन कांचपात्रांत जमतो. पोटयासिअम धातूचा तुकडा चोहोंकडून पाण्यानें वेष्टित असल्यामुळें थंड राहतो, आणि यास्तव हैड्रोजन न पेटतां भांड्यांत जमतो. पोटयासिअमचा प्रत्येक परमाणु हैड्रोजनाच्या एकेक परमाणूस पाण्यांतून वेगळा करितो. पाण्यावर पोटयासिअम जें कार्य करितो तें चिन्हांनीं खालीं दाखविलें आहे,


२ है२आ+पो२=२ पोहैआ+है२.

यावरून हें उघड आहे कीं, पाण्याचे दोन अणु व पोटयासिअमाचा एक अणु यांचा एकत्र संयोग झाल्यानें २ अणु पोटयासिअम हैड्रेट (कास्टिक पोटयाश) आणि एक अणु हैड्रोजन अशीं प्राप्त होतात. म्हणजे पोटयासिअमाचे दोन परमाणु, पाण्यांतील हैड्रोजनाच्या दोन परमाणूंस निराळें करून त्यांची जागा व्यापितात. यावरून पोट्यासिअमाचा एका परमाणु हैड्रोजनाच्या एका परमाणू बरोबर आहे.

पोट्यासिअम पाण्यांतील हैड्रोजनाशीं मिळून कास्टिक पोट्याश बनतो, याची खात्री करून घेणें असल्यास ज्या कांचपात्रांत हैड्रोजन जमविणें असेल तें पाण्याचे ऐवजीं निळ्या कोंत्रीच्या काढ्यानें भरावें, म्हणजे कास्टिक पोटयाश या आल्केलीच्या योगानें पाण्याचा निळा रंग जाऊन हिरवा होईल.

सोडिअम धातूचा उपयोग पोटयासिअम धातूच्या जागीं केला असतां याप्रमाणें पाण्याचें पृथक्करण होऊन हैड्रोजन वेगळा पडतो.

(२) साधारण उपयोगांतील धातूंच्या योगानेंही पाण्याचें पृथक्करण करून हैड्रोजन उत्पन्न करितां येतो. पोटयासिअम व सोडिअम यांच्या इतकी इतर धातूंची आक्सिजनाशीं जाज्वल प्रीति नाहीं. याकरितां साधारण हवेचें उष्णमान पाण्याचें पृथक्करण करण्यास आणि पुढें धातु व आक्सिजन यांचा संयोग होण्यास बस होत नाहीं. हवेच्या उष्णमानावर हवेंतील आक्सिजन व धातु यांचा परस्पर रसायन व्यापार चालतो, परंतु तो फार सावकाश चालतो; हें आपण धातूंच्या भांड्यावर जंग (धातूंच्या आक्साइडास म्हणतात) चढतो तेथें पाहतों. या धातूंच्या योगानें पाण्याचें पृथक्करण त्वरित करण्यास धातु तापवून शुभ्र लाल केल्या पाहिजेत. एक लहानसा लोखंडाचा तुकडा मुशींत लाल करून जर पाण्यानें भरलेल्या कांचपात्राच्या तोंडाशीं पाण्यांत बुडविला तर लागलेंच पाण्याचें पृथक्करण होऊन आक्सिजन लोखंडाशीं संयोग पावतो व हैड्रोजन वेगळा पडून भांड्यांत जमतो.

प्रयोगांकरितां या रीतीनें पुढें लिहिल्याप्रमाणें हैड्रोजन तयार करितात. (आकृति ३७ पहा.) बंदुकीच्या नळी सारखी एक लोखंडाची नळी घ्यावी, अगर एक चिनई मातीची नळी घेऊन तींत लोखंडाचा चुरा भरावा. तिच्या एका टोंकास एक पाण्यानें भरलेला रिटार्ट (कांचेचा अगर धातूचा) बुचाच्या योगानें अगर रबराच्या नळीनें, हवा आंत बाहेर न जाण्या जोगा, गच्च बसवावा; आणि तिच्या दुसऱ्या शेवटास एक वांकडी कांचेची नळी बसवावी, आणि ती पाण्यानें भरलेल्या वायु पात्रांत वायु धरण्याकरितां सोडावी. नंतर लोखंडाच्या नळी खालीं किंवा लोखंडाच्या चुऱ्यानें भरलेल्या मातीच्या नळी खालीं रसरशीत पेटलेली शेगडी ठेवावी. भट्टींत नळी लाल झाल्यावर रिटार्टांतील पाणी मद्यार्काच्या दिव्यानें तापवावें म्हणजे पाण्याची वाफ होऊन ती तापलेल्या लोखंडावरून जाईल. लाल लोखंडाच्या योगानें वाफेचें पृथक्करण होईल. आक्सिजन लोखंडाशीं संयोग पावून लोखंडाचा आक्साइड बनेल, आणि हैड्रोजन वेगळा पडेल, तो वायु पात्रामध्यें कुप्यांत धरावा. येथें लाल लोखंड व पाण्याची वाफ यांचें जें परस्परांवर कार्य होतें तें चिन्हांनीं खालीं दाखविलें आहे.

$$४ है_{२}आ + लो_{३} = लो_{३}आ_{४} + है_{८}.$$

पहिल्या रीतीनें हैड्रोजन फार सुलभ रीतीनें व जलद तयार होतो. परंतु पोटयासिअम धातु फार महाग असल्यामुळें थोडया खर्चांत पुष्कळ हैड्रोजन तयार करितां येत नाहीं. दुसरी रीति अगदीं कमी खर्चाची आहे, परंतु फार आयास लागतात.

(३) आतां जी रीति सांगणार त्याच रीतीनें बहुधां हैड्रोजन रसायन शाळेंत तयार करितात. एक दोनतोंडांची कांचेची कुपी* घेऊन ती मध्यें जस्ताचा चुरा † घालावा. नंतर कुपीचीं दोन्ही तोंडें दोन बुचांनीं बंद करावीं. एका बुचास छिद्र पाडून त्यांत एक लहान वांकडी नळी, कुपींतून वायु संचक पात्रामध्यें वायु नेण्याकरितां बसवावी, व दुसऱ्या बुचास छिद्र पाडून त्यांत एक सरळ नळी, जिचें वरचें तोंड गळणी सारखें आहे, अशी गच्च बसवावी, आणि ती आंत इतकी घालावी कीं, तिचें टोंक बुडापासून अर्ध्या इंचावर राहील, नंतर गळणीच्या नळींतून कुपींत इतकें स्वच्छ निवळ पाणी (वाफेचें अथवा भपकयाचे पाणी असल्यास उत्कृष्ठ) घालावें कीं, कुपींतील जस्ताचा सर्व चुरा व गळणीच्या नळीचें कुपींतील टोंक हीं पाण्यांत बुडतील. (आकृति ३८ पहा.) नंतर बुचांनीं बंद केलेलीं कुपीचीं भोंकें, गच्च, म्हणजे हवा अगर दुसरा कोणताही वायु आंत बाहेर जाऊं न देण्याजोगीं आहेत किंवा नाहींत तें पाहवें. याची खात्री करून घेण्याकरितां गळतीच्या नळींतून कुपींत हवा फुंकावी, म्हणजे जर छिद्र कोठें असेल तर त्यांतून हवा बाहेर जाईल व हिस्स असा शब्द ऐकूं येईल. किंवा आपल्या गरम हातांत कुपी धरावी म्हणजे हाताच्या उष्णतेनें कुपींतील हवा विस्तृत होईल आणि यामुळें गळतीच्या नळींत पाणी चढेल. नंतर हातांतून कुपी खालीं ठेविल्यावर जर पाणी सावकाश गळतींतून उतरून मूळच्या उंचीस येऊन पोंचेल तर बुचें गच्च आहेत

---

* मोठ्या तोंडाची कुपी घेऊन तिच्या तोंडास गच्च बसणाऱ्या बुचास दोन भोंकें पाडावीं आणि त्यांत दोन नळ्या बसवून नसल्या कुपीचा उपयोग केला तरी चालेल (आ० ३८ क्ष पहा.)

† जस्ताचा चुरा करण्याची सुलभ रीति अशी आहे कीं, लोखंडी नळींत जस्त वितळवावें आणि नंतर हळू पाण्यांत ओतावें म्हणजे थिजून बारीक चुरा बनतो.

व छिद्र कोठें नाहीं असें समजावें. जर छिद्र आहे अशी शंका आली तर (माझ्या अनुभवावरून प्रयोग करणारांस असें सांगणें आहे कीं, वरील परीक्षेवर भरंवसा न ठेवितां सर्वदां) बुचावर लाखेचें व्हॉरनिस लावावें, अगर †लुकण लावून बुचें गच्च करावीं. प्लास्टर आफ पारिस लावल्यास चालेल. यापेक्षां उडदाचें पीठ मळून लाविलें तरी छिद्रें गच्च बंद होतात. सर्व प्रकारचे वायुरूपी पदार्थ तयार करिते वेळींही या प्रकारची सावधगिरी ठेवावी.

कुपीचीं सर्व तोंडें गच्च बंद झालीं आहेत याची खात्री करून घेतल्यावर गळतींतून थोडें सल्फ्युरिक आसिड (गंधकाम्ल) हळू हळू ओतावें आणि कुपी हलवावी; म्हणजे आसिडाचें कार्य जस्तावर होऊन कुपींत उकळी फुटत्ये, आणि पाण्यांतून हैड्रोजनवायु बाहेर निघूं लागतो. वरचेवर थोडथोडें आसिड कुपींत घालावें म्हणजे हैड्रोजन सतत निघत राहतो. एकाच वेळीं फार आसिड घालूं नये, कारण तसें केल्यानें कुपींत क्रिया इतकी तीव्र होईल कीं, तेणेंकरून कुपींतील पदार्थ उतूं येतील, व कुपीही कदाचित् फुटेल. जर ज्यास्त आसिड पडून क्रिया फाजील तीव्र चालली आहे असें वाटेल तर गळतींतून थोडेंसें पाणी घालावें, म्हणजे तें आसिडांत मिसळेल आणि त्याचा जोर कमी करील. येणेंकरून जस्ताच्या सल्फेटाचा तवंगही बाटलींत पाण्याचे पृष्ठभागीं वडीप्रमाणें जमणार नाहीं. कारण जस्ताचा सल्फेट पाण्यांत मात्र विद्राव्य आहे, पण सल्फ्युरिक आसिडांत विद्राव्य नाहीं. गळतीच्या नळीचें तोंड पाण्यांत बुडालेलें असतें, म्हणून जो हैड्रोजन उत्पन्न होतो, तो वांकड्या नळींतून मात्र बाहेर जाईल. कुपीच्या वरच्या भागांत, व वायुवाहक नळींत जी हवा असते ती सर्व निघून जाई पर्यंत हैड्रोजन धरूं नये. कारण तसा हवा मिश्रित हैड्रोजन धरिला व त्यास बत्ती लागली तर भयंकर बार होऊन अनर्थ होण्याचा संभव असतो. हवा व हवामिश्रित हैड्रोजन निघून गेल्याविषयीं आपली खात्री करून घेण्याकरितां, ज्या कुपींत वायु तयार केला असेल तसल्या दोन

* मद्यार्कामध्यें लाख वितळवून हें व्हार्निस तयार करितात.

† हें लुकण जवस पाण्यांत शिजऊन मळून करितात; किंवा जवसाच्या तेलांत खडू खलावा म्हणजे उत्कृष्ट लुकण होतें.

कुप्या वायु प्रथमतः धरलेला हवा मिश्रित म्हणून टाकून द्यावा, आणि नंतर आक्सिजनाप्रमाणें वायु पात्रांमध्यें प्रयोगांकरितां कांहीं कुप्या भराव्या. पुष्कळ हैड्रोजन पाहिजे असल्यास वायुधारक भरावा. कुप्या हैड्रोजन वायूनें तंतोतंत न भरितां कुपींत थोडेंसें पाणी राखावें तसें न केलें तर हैड्रोजन फार हलका असल्यामुळें कुपी वाऱ्याच्या झुळकीसरशी लवंडेल, व वायु व्यर्थ जाईल. *

(१०१) या प्रयोगांत कुपींत पाणी घातलें त्याचा उपयोग सल्फ्युरिक आसिड पाण्यात मिश्र होऊन त्याचें कार्य सर्व जस्तावर करणें "व जो जस्ताचा सल्फेट बनतो त्यास विद्रुत करणें" याहून ज्यास्त नाहीं. सल्फ्युरिक आसिडांतील हैड्रोजनाची जागा जस्त घेतें व त्यांतील हैड्रोजन वायूस वेगळा करितें. प्रत्यक्ष वजनें करून असें अनुभवास आलें आहे कीं, दोन ग्रेन वजनाचा हैड्रोजन तयार करण्यास ६५ ग्रेन जस्त, सल्फ्युरिक आसिडांत विरवावें लागतें; आणि सल्फ्युरिक आसिडांतील हैड्रोजनाची जागा जस्तानें घेतल्यावर जो जस्ताचा सल्फेट बनून पाण्यांत विरघळलेला कुपींत असतो, तो जर पाणी गाळून निराळा काढून वाळविला, तर त्याचें वजन १६१ ग्रेन भरतें. आणि जर ज्यास्त सल्फ्युरिक आसिड कुपींत पडलें असेल तर तें पाण्यांत मिसळलेलें कुपींत राहतें. या प्रत्यक्षानुभव सिद्ध गोष्टी पुढील सारणीवरून थोडक्यांत स्पष्ट होतील. कुपीमध्यें जस्त व आसिड यांची एकमेकांवर जी क्रिया होते ती येणेंप्रमाणें आहे. ज+है$_{२}$गआ$_{४}$= जगआ$_{४}$+है$_{२}$; ज=६५, है=१, ग=३२, आ=१६.

या किमती वरील सारणींत लिहून,

$$\text{है}_{२}\text{गआ}_{४}=(१\times२)+(३२\times१)+(१६\times४)=९८.$$

$$\text{जगआ}_{४}=६५\times१+३२\times१+१६\times४=१६१$$

---

* सलक्युरिक आसिडाच्या ऐवजीं हैड्रोक्लोरिक आसिडाचा उपयोग केला तरी चालतें. या आसिडाचा उपयोग केल्यास पाणी घालण्याची जरूर नाहीं. या वेळीं जी क्रिया कुपींत चालते ती चिन्हांनीं खालीं दाखविली आहे. ज + २हैक्लो = जक्लो$_{२}$ + है$_{२}$

जस्त स. आ जस्तसल्फे. है.
६५ + ९८ = १६१ + २

या समीकरणावरून असें समजतें कीं ६५ ग्रेन जस्त आणि ९८ ग्रेन सल्फ्युरिक आसिड अशीं मिश्र केलीं असतां १६१ ग्रेन जस्ताचा सल्फेट आणि दोन ग्रेन हैड्रोजन उत्पन्न होतात. यास्तव हैड्रोजनाचे दोन परमाणु सल्फ्युरिक आसिडांतून वेगळे काढण्यास जस्ताचा एक परमाणु बस होतो. म्हणून जस्ताचा एक परमाणु हैड्रोजनाच्या दोन परमाणूं बरोबर आहे.

(१०२) वरील प्रमाणांवरून हैड्रोजनाचें विवक्षित परिमाण तयार करण्यास जस्त आणि सल्फ्युरिक आसिड हीं किती लागतील हें त्रैराशिकानें काढितां येईल.

उदाहरण १. पंचवीस मासे हैड्रोजन तयार करण्यास, जस्त व सल्फ्युरिक आसिड हीं किती लागतील?

मा. है मा. ज मा. है मा. ज मा. ज
२ ६५ २५ = $\frac{६५ \times २५}{२}$ = ८१२.५

मा. है मा. स. आ मा. है मा. स. आ. मा. सल्फ्यु०
२ ९८ २५ = $\frac{९८ \times २५}{२}$ = १२२५

याप्रमाणें त्रैराशिकानें हवा तेवढा हैड्रोजन काढण्यास जस्त व सल्फ्युरिक आसिड हीं किती लागतील, आणि जस्त व सल्फ्युरिक आसिड यांचीं विवक्षित परिमाणें असल्यास, त्यांपासून हैड्रोजन किती निघेल हेंही काढितां येईल.

(१०३) **हैड्रोजन शुद्ध करणें**—कास्टिक पोटयाश या पदार्थाच्या द्रवानें भरलेल्या (अ) कुपीस वायुउत्पादककुपी जोडावी आणि त्या द्रवांतून (आकृति ३९) हैड्रोजन वायु जाऊं द्यावा. नंतर लघुकोनाकृति (ब) नळींत पामिस्टोन याचे तुकडे कास्टिक पोट्याश याच्या द्रवानें भिजवून घालावे व या नळीस पोट्याशाच्या द्रवाची कुपी जोडावी. या नळीस, आणखी दुसरी लघुकोनाकृति (क) नळी घेऊन तींत रुप्याच्या सल्फेटाच्या द्रवानें भिजविलेले पमिसस्टोनाचे तुकडे घालावे आणि ती

जोडावी; या तिहींतून आलेला वायु धरावा. म्हणजे बाजारी जस्तांत कोळसा, गंधक, आर्सेनिक इत्यादिकांची भेळ असते, व तेणेंकरून जो हैड्रोजन वायूस दुर्गंध येतो तो नाहींसा होऊन रंगहीन, गंधहीन व पारदर्शक असा शुद्ध हैड्रोजन मिळतो. रसायनशालेंत साधारण प्रयोगांकरितां पुष्कळ हैड्रोजन तयार करिते वेळीं या खटपटींत पडूं नये व पडण्याचें कारणही नाहीं.

(१०४) **हैड्रोजन कोरडा करणें**—(आकृति ४०) जे वायु आपण पाण्यावर धरितों किंवा ते तयार करितांना पाण्याचा उपयोग करितों त्यांत थोडी बहुत आर्द्रता असते. असा वायु कोरडा करण्याकरितां आर्द्रता शोषक क्लोराइड आफ् क्यालसिअम या पदार्थांचा उपयोग करितात. एक रुंद तोंडाची नळी घेऊन तींत वरील पदार्थांचे वाटाण्यायेवढे बारीक तुकडे भरावे; दोहीं बाजूंस कापसाचे बोळे घालून ती नळी बुचांचे योगानें वायुवाहक नळीस मध्यें जोडावी, म्हणजे त्यांतून हैड्रोजन त्यांतील सर्व आर्द्रता हा पदार्थ शोषून घेईल.

(१०५) **धर्म**—शुद्ध हैड्रोजन रंगहीन, पारदर्शक, रुचिहीन आणि गंधहीन आहे. याचा द्रव अद्याप कोणास करितां आला नाहीं. हा वायु पाण्यांत फार विद्राव्य नाहीं. १०० घन इंच पाण्यांत फक्त १.९ घन इंच हैड्रोजन विद्रुत होतो. जस्त व सल्फ्युरिक आसिड यांपासून तयार केलेला हैड्रोजन शुद्ध नसतो. कारण बाजारी जस्तांत बहुधा कोळसा, गंधक आणि कधीं कधीं आर्सेनिक (सोमल) यांची भेळ असते; तेणेंकरून हैड्रोजन उत्पन्न करते वेळीं दुसरे वायुरूपी पदार्थही उत्पन्न होतात; त्यामुळें हैड्रोजनाला दुर्गंध येतो व त्याच्या ज्योतीचा रंगही बदलतो.

या वायूचे मुख्य तीन धर्म आहेत. हा वायु अतिहलका आहे; हवा किंवा आक्सिजन यामध्यें हा ज्वालाग्राही आहे; याची आक्सिजनाशीं फार जबर प्रीति आहे. हे धर्म पुढील प्रयोगांवरून स्पष्ट होतील.

प्रयोग ३५—हैड्रोजनवायु अत्यंत ज्वालाग्राही आहे; पण त्याचे आंगीं आक्सिजनासारखा ज्वालाप्रवर्तक धर्म नाहीं. हें पहाण्याकरितां वायुसंचक पात्रामधून एक कुपी घेऊन उपडी एका हातानें धरावी. आणि एक बारीक मेणबत्ती अगर कांकडा पेटवून दुसऱ्या हातानें कुपीच्या तोंडाशीं न्यावा; म्हणजे असें दृष्टीस पडेल कीं, हैड्रोजन कुपीच्या

तोंडाशीं म्हणजे जेथें त्याचा हवेशीं संयोग होतो तेथें जळतो. मेणबत्ती जर आंत घातली तर विझते. परंतु पुनः बाहेर काढिली कीं, तोंडाशीं हैड्रोजन जळत असतो त्यानें पुनः पेटते. शुद्ध हैड्रोजन असल्यास ज्योत निळवट रंगाची असते. परंतु साधारण हैड्रोजन वायूची ज्योत फिकट व बहुतेक दिवसा अदृश्य असते. आतां दुसरी कुपी घेऊन तिचें तोंड वर करून मेणबत्तीनें वायु पेटवावा. म्हणजे हैड्रोजनवायु हवेपेक्षां हलका असल्यामुळें वर येऊन हवेशीं मिश्रित होतो व तेणेंकरून सगळा एकदमच पेटतो, व 'फट्' असा अवाज होतो. बारीक मेणबत्ती तारेस अडकवून या प्रयोगाकरितां घ्यावी. (आकृति ४१ व ४२ पहा.)

प्रयोग ३६—हैड्रोजनग्यास तयार करण्याच्या कुपीला वायुवाहक वांकड्या नळीच्या ऐवजीं एक सरळ अणकुचीदार कांचेची (पितळेची उत्कृष्ट) नळी जोडावी; आणि कुपींतील सर्व हवा जाऊन शुद्ध हैड्रोजन येऊं लागल्यावर त्यास बत्ती लावावी; म्हणजे तो पेटतो व शान दिवा दिसतो. (आकृति ४३ पहा.)

(१०६) हैड्रोजन हा सृष्टींतील सर्व पदार्थांपेक्षां हलका आहे. हा हवेपेक्षां १४½ पट व आक्सिजनापेक्षां सोळापट हलका आहे. याचे ४६½ घनइंच, एक ग्रेन वजन भरतात. हा ग्यास फार हलका असल्यामुळें विमानें उडविण्याकरितां त्यांत हा पूर्वीं भरीत असत. हैड्रोजनानें भरलेलें विमान तितक्याच आकारमानाच्या हवेपेक्षां हलकें असतें, म्हणून दोहोंच्या वजनाच्या अंतराच्या प्रमाणानें तें आकाशांत उडतें. प्रस्तुत युरोपांत जीं विमानें उडवितात, तीं लाईट कार्ब्युरेटेड हैड्रोजनानें भरितात. कारण हा ग्यास हैड्रोजनापेक्षां फार थोड्या खर्चानें तयार होतो, व हवेपेक्षांही बराच हलका असतो.

प्रयोग ३७—हवा आंत बाहेर न जाण्याजोगी एक पिशवी घेऊन तिचे तोंडास कळीयुक्त मळसूत्रानें युरोपिअन लोकांच्या तंबाकू ओढ-

---

* शुद्ध हैड्रोजन येऊं लागला किंवा नाहीं हें पाहण्याची सुलभ रीती अशी आहे. एक परीक्षा नळी (टेस्टट्यूब) उपडी वाहक नळीच्या तोंडावर धरावी म्हणजे तींतील जड हवा जाऊन हलक्या हैड्रोजनानें ती भरते. नंतर एकीकडे काढून तिच्या तोंडास बत्ती लावावी. जर वायु पेटल तर शुद्ध हैड्रोजन असें समजावें

त्याच्या नळीसारखी, पितळेची नळी बसवावी. (आ. ४४ पहा.) त्या पिशवींत पूर्वीं तयार केलेला हैद्रोजनवायु भरावा. नंतर साबू हातावर पाण्यानें घासून त्याचें पातळ पाणी उथळ भांड्यांत तयार करावें. मग पिशवीच्या नळीचें बोंड उपडें या पाण्यांत बुडवावें, आणि कळी फिरवून पिशवी हळू दाबून हैद्रोजनवायूनें बुडबुडे करावे. बुडबुडा आला म्हणजे हळूच हिसका देऊन नळीपासून सोडवावा, म्हणजे तो वर उडेल. यावरून हवेपेक्षां हैद्रोजन हलका आहे हें सिद्ध होतें. कारण असें नसतें तर हवेमध्यें बुडबुडे तरतेना व वरही जातेना. (आ. ४५ पहा.)

प्रयोग ३८—विमानाचा लहानसा प्रयोग करणें झाल्यास, टर्की पक्ष्याच्या गळ्यांतील पिशवी, अगर गोल्डबीटर्सस्किन याचें, किंवा कोलोडीअन याचें आयतें तयार केलेलें विमान हैद्रोजन वायूनें भरावें. लहान विमानांत भरावयाचा हैद्रोजन अगदीं कोरडा असला पाहिजे; कारण हैद्रोजनामध्यें जर कांहीं आर्द्रता राहील तर विमानाचें विशिष्ट गुरुत्व हवेहून जास्त होईल, आणि विमान उडणार नाहीं. म्हणून हैद्रोजन कोरडा करण्याकरितां ज्या नळींतून विमानांत हैद्रोजन सोडावयाचा, त्या नळींत क्लोराइड आफ् क्यालसिअम, किंवा भाजलेल्या चुनकळ्या घालाव्या, किंवा निराळीच नळी, या पदार्थानें भरून जोडावी. विमान नळीच्या शेवटास रेशमी बारीक धाग्यानें बांधावें, आणि ही नळी, हैद्रोजन तयार करण्याच्या कुपीच्या वाहक नळीस रबराच्या नळीनें जोडावी आणि विमान भरावें. हैद्रोजनामध्यें कांहीं आर्द्रता असल्यास तीस क्लोराइड आफ क्यालसिअम किंवा चुनकळ्या शोषून घेतील आणि कोरडा हैद्रोजन विमानांत जाईल. विमान भरलें म्हणजे त्याचें तोंड बारीक रेशमी धाग्यानें गच्च बांधून तें जमिनीवर ठेवावें, म्हणजे वर आकाशांत उडून जाईल. (आकृति ४६ पहा.)

प्रयोग ३९—हैद्रोजन वायूनें भरलेली कुपी उपडी धरली तर तींत हैद्रोजन कांहीं मिनिटें राहतो, यावरून त्याचें लघुत्व सिद्ध होतेंच. त्याचें लघुत्व दाखविण्याकरितां सोपासा आणखी एक प्रयोग करितां येतो. एक लहानशी कुपी घेऊन ती हैद्रोजनानें भरावी. आणि वायुपात्रामध्यें उपडी ठेवावी. मग याहून किंचित् लहान दुसरी कुपी

फक्त शुद्ध हवेनें भरलेली घेऊन वायुपात्रांत उपडी धरावी. आणि हैद्रोजनाची कुपी पाण्यांतून काढून तिचें तोंड हळूच हवेनें भरलेल्या कुपीच्या तोंडाखालीं आणावें. म्हणजे हैद्रोजन हलका वर जाऊन हवेस पाण्याप्रमाणें खालीं लोटितो. (आ. ४७ पहा) हैद्रोजन वरच्या कुपींत गेला हें पाहण्याकरितां एक बारीक मेणबत्ती पेटवून पूर्वीं ज्यांत हवा होती त्यांत घालावी म्हणजे लागलीच जाईल व तोंडाशीं जळेल. मग ज्यांत प्रथम हैद्रोजन होता त्यांत मेणबत्ती घातली असतां हवेंत जशी जळते तशी जळेल. म्हणून त्यांतून वरच्या कुपींत हैद्रोजन गेला यास्तव तो हवेपेक्षां पुष्कळ हलका असला पाहिजे.

(१०७) हैद्रोजनाचा तिसरा धर्म, आक्सिजनाशीं त्याची जबर प्रीति, प्रत्यक्ष पहाण्याकरितां पुढील प्रयोग करावे.

प्रयोग ४०—शेर दीड शेर पाणी राहण्याजोगी एक खूब घट्ट कुपी घेऊन (सोडावाटर ज्यांत करितात तसली कुपी या प्रयोगाचे उपयोगीं पडते.) तींत वायुपात्रावर दोन मापें हैद्रोजन आणि एक माप आक्सिजन अशीं भरावीं. नंतर तिच्या तोंडावर एक कांचेचा तुकडा ठेवून व सभोंवती फडकें गुंडाळून, एका हातांत तोंड वर करून ती कुपी धरावी, आणि दुसऱ्या हातानें कांचेचा तुकडा तोंडावरून काढून, तोंडाशीं मेणबत्ती लावावी. म्हणजे दोनही वायूंचा एकदम संयोग होऊन त्यापासून इतकी उष्णता प्रकट होईल कीं, तेणेंकरून बंदुकीसारखा मोठा बार * होईल.

प्रयोग ४१—या प्रयोगांतील दोन मापें हैद्रोजन व एक माप आक्सिजन यांच्या संयोगापासून उत्पन्न झालेला पदार्थ पाणी आहे, हें सिद्ध करण्याकरितां या दोन वायूंचें मिश्रण एका घट्ट व मजबूत कांचेच्या भांड्यांत विद्युल्लतेच्या ठिणगीनें उडवावें लागतें. सन १७८१ मध्यें **क्याव्हेंडिश** साहेबानें जेव्हां प्रथम पाण्याच्या घटनेचा निर्णय केला,

---

* हा बार इतका मोठा होतो कीं कधीं कधीं कुपी फुटते. सोडावाटरच्या कुपीसारख्या घट्ट कुपीस बहुधा अपाय होत नाहीं. तथापि हा प्रयोग करितेसमयीं कुपीसभोंवती फडकें गुंडाळण्यास विसरूं नये. कथिलाच्या पत्र्याच्या कुपीचा या प्रयोगांत उपयोग करणें हें निर्भय आहे.

त्या वेळीं त्यानें पुढील आकृतींत दाखविलेल्या पात्रांचा या प्रयोगाकरितां उपयोग केला होता.

(आकृती ४८ पहा.) प्रथमतः कुपी, वाताकर्षक यंत्राच्या योगानें हवा काढून रिती करावी. नंतर दुसऱ्या कुपींतून दोन मापें हैद्रोजन व एक माप आक्सिजन अशीं या रित्या कुपींत सोडावीं. आणि कळी फिरवून कुपी गच्च बंद करावी. या कुपीच्या बुडाशीं दोन प्लाटिनम धातूच्या बारीक तारा वितळविलेल्या असतात. त्यांतील एक तार विजेनें भरलेल्या लेडनजाराच्या बाजूशीं जोडावी, आणि दुसरी त्याच्या बोंडाशीं जोडून, ठिणगी मिश्रणांत सोडिली कीं, एकदम त्यांचा संयोग होऊन वायु नाहींसे होतील. कुपीमध्यें काय आहे तें पाहूं गेल्यास शुद्ध पाण्याची वाफ आहे अशी आपली खात्री होईल. आणि तोच हवेचा दाब व तेंच उष्णमान घेऊन वाफ मापिली तर, ती बरोबर हैद्रोजनाच्या दोन मापांइतकी भरेल. बाहेरील थंड हवेच्या संपर्कानें व हवेच्या दाबानें वाफेचें पाणी होईल. हें पाणी घेऊन परीक्षा केल्यास हें व कृत्रिम वाफेचें पाणी यांचे धर्म एकच आहेत अशी खात्री होईल.

पूर्वीं जीं परिमाणें सांगितलीं त्या व्यतिरिक्त प्रमाणांनीं जर हैद्रोजन-वायु मिसळले आणि विद्युल्लतेच्या ठिणगीनें त्यांचा संयोग केला, तर वरील प्रमाणाहून जो ग्यास ज्यास्त मिसळिला असेल तोच कुपींत राहिला आहे असें दिसेल.

प्रयोग ४२—मागें सांगितलेल्या हैद्रोजनाच्या ज्योतीवर एक कोरडें घंटाकृति कांचेचें भांडें उपडें धरावें म्हणजे कांहीं वेळानें भांड्याची आंतील बाजू, थंड कांचेच्या योगानें पाण्याचे बारीक कण जमून, अंधक दिसूं लागेल. आणि जर कृत्रिम रीतीनें कांचपात्र थंड ठेवून ज्योतीवर कांहीं वेळ राहूं दिलें तर बरेच थेंब जमतील, व तेणेंकरूनही खात्री होईल कीं, हवेमध्यें हैद्रोजन जळून जो पदार्थ उत्पन्न होतो तें पाणी आहे. आतां **क्याव्हेंडिश** साहेबांच्या वरील प्रयोगांत सिद्ध झालें कीं पाणी हें, आक्सिजन व हैद्रोजन यांच्या मिश्रणापासून झालें आहे. म्हणून हें उघड आहे कीं, हवेमध्यें हैद्रोजन दाह्य आहे हा केवळ, त्याचा आक्सिजनाशीं संयोग होऊन पाणी होतें म्हणून होय.

प्रयोग ४३—याच दिव्याच्या ज्योतीवर, दोन्ही तोंडानीं उघडी ए-

क कांचेची, चिनई मातीची, किंवा धातूची नळी, अदमासें एक गजभर लांब, चिमणी सारखी सरळ धरून, एक मोठा मौजेचा प्रयोग करितां येतो. नळी ज्योतीवर सरळ धरून खालीं नेली कीं, नळींतील हवेच्या योगानें ज्योत लांबट होते आणि मधुर ध्वनि निघतो. (आ. ४९) अशीच नळी खालवर ज्योतीवर केली कीं, मधुर स्वर एका मागून एक असे एकसारखे निघतात. या प्रयोगांत हैड्रोजनाचा हवेंतील आक्सिजनाशीं संयोग होऊन एकसारखे एका मागून एक त्वरेनें अवाज निघतात. या अवाजांच्या योगानें हवेचें आंदोलन होतें आणि ती कांचेवर आपटतें, तेणेंकरून ध्वनि उत्पन्न होतो. यास कधीं कधीं रसायनसंगीत म्हणतात. जसजशी नळी लांब रुंद असेल त्याप्रमाणें उच्च नीच सूर निघतात. कित्येक रसायनवेत्त्यांचें असें म्हणणें आहे कीं, निरनिराळ्या आकाराच्या नळ्या घेऊन संगितांतील सर्व सूर काढितां येतील.

प्रयोग ४४—शुद्ध हैड्रोजन ज्यांत आहे अशा भांड्यांत, पेटींत, किंवा खोलींत ध्वनि हवेंतल्या सारखा ऐकूं येत नाहीं. हें पहाण्याकरितां एक मोठें घंटाकृति भांडें हैड्रोजनानें भरून त्यांत एक लहानशी घांट किंवा चिमणी वाजविली तर ध्वनि हवेंतल्या सारखा स्पष्ट ऐकूं येणार नाहीं. (आ. ५०)

(१०८) **उपयोग**—हैड्रोजनवायूची आक्सिजनवायूशीं प्रीति दाखविण्याकरितां जे प्रयोग सांगितले, त्यांत त्यांचा संयोग होण्याकरितां जळत्या मेणबत्तीची उष्णता किंवा विजेची ठिणगी प्रथम लावावी लागली. परंतु एकदां संयोग होण्यास आरंभ झाल्यावर, संयोग क्रिया पुढें चालण्यास हवी तेवढी उष्णता बाहेर पडत असे. सन १८२४ सालीं **डोबराइनर** यास असा शोध लागला कीं, रजोरूप व सछिद्र असा स्पंजि (रजोरूप) प्लाटिनम हा आपल्या आंगच्या छिद्रांत हवेंतील आक्सिजन अतिशय शोषून घेऊन त्यास संकोचित करितो. रजोरूप प्लाटिनमचे आंगीं वायु शोषून घेण्याची इतकी विलक्षण शक्ति आहे कीं, एक घन इंच रजोरूप प्लाटिनम, आपल्या छिद्रांमध्यें ८०० घन इंच आक्सिजन संकोचित करितो. वायूच्या आकाराचा इतका संकोच झाल्यानें जी उष्णता उत्पन्न होते ती, आक्सिजन व हैड्रोजन यांचा संयोग करण्यास

बाह्य उष्णतेशिवाय पुरते. या रजोरूप प्लाटिनमाच्या धर्माधारें **डोबराइनर** याणें आपोआप त्वरित पेटणारा दिवा तयार केला आहे. याची रचना येणेंप्रमाणें आहे. (आ० ५१ पहा) एका मोठ्या कुपींत पाणी व सल्फ्युरिक आसिड घालून तिच्या आंत जस्ताचा लोळा असलेली, पालथी दुसरी लहान कुपी, थोरल्या कुपीच्या झांकणांत बसविलेली असते. जस्ताचा लोळा पालथ्या कुपीच्या तोंडाबरोबर असतो. पालथ्या कुपीचें तोंड आसिड मिश्रित पाण्यांत पावअर्धा इंच बुडालेलें असतें. जस्तावर पाण्यांतील सल्फ्युरिक आसिडाचें कार्य होऊन हैड्रोजन उत्पन्न होतो. तो थोरल्या कुपींतील पाण्यावरील अवकाशांत जाण्यास मार्ग नसल्यामुळें फक्त पालथ्या कुपींत जमतो. झांकणाला एक तोटी, मळसूत्र व तोटीसमोर बाजूस प्लाटिनमची पेटी असते. स्पंजी प्लाटिनम सछिद्र व रजोरूप असल्यामुळें हवेंतील आक्सिजन त्यांत जमून संकोचित होतो. कळ दावल्याबरोबर तोटींतून हैड्रोजन जोरानें समोरचे घरांतील प्लाटिनमवर थडकतो; आणि स्पंजी प्लाटिनमा मधील आक्सिजनाशीं संकोचजन्य उष्णतेनें संयोग पावून आपोआप पेटतो, आणि जी ज्वाला उत्पन्न होते तिजवर वात किंवा मेणबत्ती पेटवितां येते. आगीच्या काड्या उपयोगांत येण्यापूर्वीं याच दिव्याचा व्यवहारांत उपयोग करीत असत.

प्रयोग ४५—डोबराइनरचा दिवा नसला तरी स्पंजी प्लाटिनमाचा वरील धर्म पाहतां येतो. एका प्लाटिनम धातूच्या ६।७ इंच लांबीच्या तारेच्या टोंकास थोडासा रजोरूप प्लाटिनम अडकवून हवेंत कांहीं काळ राहूं द्यावा. म्हणजे त्याजमध्यें हवेंतील आक्सिजन पुष्कळ शोषला जाऊन संकोचित होऊन राहतो. नंतर ही रजोरूप प्लाटिनमाची गोळी हैड्रोजन उत्पादक कुपीच्या वाहक नळीच्या तोंडाशीं धरावी. म्हणजे प्रथम रजोरूप प्लाटिनम लाल भडक होतो आणि तेणेंकरून हैड्रोजन पेटतो.

(१०९) हैड्रोजनाची आक्सिजनाशीं जबर प्रीति असल्यामुळें हैड्रोजन वायूचा पदार्थ शुद्ध करण्याकरितां कधीं कधीं उपयोग करितात. रसायनज्ञ पृथक्करण करिते समयीं धातूंच्या आक्साइडांतून शुद्ध धातु काढण्यास हैड्रोजन वायूचा उपयोग करितात. या वायूचा अशा कामीं कसा उपयोग करितात, हें दाखविण्याकरितां पुढील प्रयोग करावा.

प्रयोग ४६—तांब्याचा जंग म्हणजे आक्साइड यामधून शुद्ध तांबें काढणें आहे. तांब्याचा जंग हा अगदीं कोळशासारखा काळा असतो. एक घट्ट व मध्यें फुगा असलेली नळी घेऊन तींत तांब्याच्या आक्साइडाची कांहीं पूड घालावी. आणि दुसरी एक नळी क्लोराइड आफ् क्यालसिअम या पदार्थाच्या बारीक तुकडयांनीं भरून वरच्या नळीस जोडावी. आणि ही सांगड हैड्रोजन उत्पादक कुपीच्या वाहक नळीस जोडावी. (आ. ९२.) आक्साइड असलेल्या फुग्याखालीं मद्यार्काचा दिवा ठेवून आक्साइड लाल करावा. लाल झाल्यावर त्यावर हैड्रोजनाचा प्रवाह जाऊं द्यावा, म्हणजे क्लोराइड आफ क्यालसिअमानें कोरडा झालेला हैड्रोजन लाल तांब्याच्या आक्साइडांतील आक्सिजनाशीं संयोग पावेल. असें कांहीं वेळ चालू दिलें म्हणजे सर्व आक्सिजन हैड्रोजनाशीं संयोग पावेल आणि फुग्यामध्यें शुद्ध रक्तवर्ण तांबें राहील. हा प्रयोग करीत असतां सर्वकाळ तांब्याचा आक्साइड लाल भडक असे इतका उष्ण ठेविला पाहिजे. नाहीं तर त्याचें पृथक्करण न होऊन त्यांतील आक्सिजन हैड्रोजनाशीं संयोग पावणार नाहीं.

तांब्याचा आक्साइड ज्या नळींत घातला होता त्या नळीच्या उघडया तोंडावाटें जो वायु बाहेर जातो तो एका ग्राहकांत धरिला असतां, हैड्रोजन व आक्सिजन यांचा संयोग होऊन पाणी होतें हें सिद्ध करितां येईल. हें पृथक्करण पुढील सारणींत दाखविलें आहे.

तांआ+है२=है२आ+तां.

तांवर ज्या दोन शेंड्या आहेत त्या, तांब्याचा एक परमाणु हैड्रोजनाच्या दोन परमाणूं बरोबर आहे हें दाखविण्याकरितां आहेत.

(११०) हैड्रोजनाच्या ज्योतीचा प्रकाश फारच मंद असतो. तथापि याच्या ज्योतीची उष्णता अति तीव्र असते. जर हैड्रोजन दोन मापें व आक्सिजन एक माप याप्रमाणें मिसळून हें मिश्रण एका बारीक तोटीवाटें वाहत असतां पेटविलें तर त्या ज्योतीची उष्णता अत्यंत तीव्र असते. व याहून तीव्र उष्णता शुद्ध रसायन रीत्या उत्पन्न करितां येत नाहीं. रसायनजन्य विद्युल्लतेच्या दिव्याची उष्णता, किंवा सूर्याचे किरण लेन्साच्या (मध्य निम्न कांचेच्या) केंद्रांत एकत्र केले तर त्यांची उष्णता मात्र याहून तीव्र असते. भट्टी कितीही मोठी असो, व तिची

उष्णता कितीही तीव्र असो, तथापि तिच्या उष्णतेनें, प्लाटिनम आणि सिलिका या वितळत नाहींत. कित्येक पदार्थांची वाफ लवकर होत नाहीं. तथापि आक्सिजन आणि हैड्रोजन यांच्या मिश्रणाच्या ज्योतींत हे सर्व लोण्यासारखे वितळतात. सोप्या रीतीनें व निर्भयपणें या मिश्रणाचा दिवा कसा तयार करावा हें खालीं सांगितलें आहे.

प्रयोग ४७—हैड्रोजन उत्पादक कुपीस वांकडया वाहक नळीच्या जागीं सरळ नळी लावून दिवा तयार करावा. ज्या पिशवीस पितळेची तोटी आहे, व कळीसह मळसूत्र आहे, अशी मजबूत पिशवी आक्सिजनानें भरावी. ती एका लांकडी तुकड्यावर इतक्या उंचीवर ठेवावी कीं, तिची तोटी हैड्रोजन वाहक नळीच्या तोंडाच्या सम पातळींत येईल. मग पिशवीचें मळसूत्र फिरवून हातानें अगर वजनानें पिशवी दाबून आक्सिजन, हैड्रोजनाच्या ज्योतींत सोडावा, म्हणजे हैड्रोजनाची ज्योत, आक्सिजनाच्या तोटीच्या सम पातळींत प्रवाहाच्या जोरानें येते. (आकृति ९३ पहा.)

या ज्योतीचा प्रकाश अगदीं मंद असतो. परंतु तिची उष्णता फार तीव्र असते. तिची तीव्र उष्णता पाहण्याकरितां एक प्लाटिनम धातूच्या तारेचा तुकडा तींत धरावा, म्हणजे लोण्यासारखा वितळून वाफरूपानें वर जाईल. या ज्योतींत निरनिराळ्या धातूंच्या तारा धरिल्या असतां सर्व तात्काळ वितळतात, व ज्योतीचे भिन्न भिन्न रंग दृष्टीस पडतात. शुद्ध तांब्याची तार धरिली, म्हणजे सुंदर हिरवी ज्योत होते. प्लाटिनम धातूच्या तारेचा तुकडा धरिला असतां पांढरा शुभ्र प्रकाश पडतो. मग्निशीअम धातूच्या तारेनें याहून शुभ्र पडतो. पोलादाची तार किंवा घड्याळाच्या कमानीचा तुकडा धरिला तर ज्योतीचा प्रकाश जांभळा दिसतो; व लोखंड जळत असतां उत्कृष्ठ ठिणग्या उडतात. परंतु चाकूचें पान धरिलें असतां प्रकाश पिंवळा जरद दिसतो. धातूच्या योगानें ज्योतीचा प्रकाश वाढतो. परंतु त्या वितळत असल्यामुळे फार वेळ टिकत नाहीं. यावरून ही खात्री सहज होईल कीं, प्रकाश जो वाढला हा घन पदार्थाच्या ज्वलनानें वाढला. आतां ज्या घनपदार्थाचा सहसा तीव्र उष्णतेनें देखील लवकर रस व्हावयाचा नाहीं, अशा पदार्थाचा, उदाहरणार्थ भाजलेल्या शुभ्र चुनकळीचा तुकडा,

अणकुचीदार करून ज्योतींत धरावा म्हणजे प्रथमतः तो तांबडा लाल होतो, आणि त्यापासून इतका अतिशय प्रकाश पडतो कीं, तेणेंकरून जणूं सूर्य उगवला आहे असा भास होतो, व डोळे तर अगदीं दिपून जातात. क्याप्टन ड्रमंड साहेबांनें अयर्लंड देशांत फार अंतरावरील स्थलांची पाहणी व मोजणी करण्याकरितां थिओडोलाइटमध्यें याचा उपयोग केला होता. हल्लीं सूक्ष्मदर्शक यंत्रांतून अति सूक्ष्म पदार्थ पाहण्यासाठीं व ज्यादूच्या दिव्यांतून चित्रें दाखविण्यासाठीं याचा उपयोग करितात.



प्रकरण १३.

पाणी.

चिन्ह–है२आ; सं. प्र. ९; वि. गु. ९* आणि १.

(१११) **पाणी** हा पदार्थ फारच प्रसिद्ध असून आपले रोजचे उपयोगांतला आहे. पाणी सृष्टींत कुठकुठें सांपडतें, व कसें उत्पन्न होतें इत्यादि माहिती सर्वांस असतेच. यास्तव ती येथें सांगण्याची मुळींच गरज नाहीं. पृथ्वीचे पृष्ठभागावर जें निरनिराळ्या स्थळीं पाणी आढळतें, तें शुद्ध नसून त्यामध्यें नानाप्रकारचीं द्रव्यें विरघळलेलीं असतात. हीं द्रव्यें जरी पाण्यांत रसायनरीत्या मिश्र झालेलीं नसतात, तरी त्यांच्या योगानें उदकास निरनिराळे धर्म प्राप्त होतात. शहरापासून कांहीं अंतरावर, उघड्या मैदानांत, उंच जागीं पर्जन्याचें पाणी धरिलें तर तें बरेंच शुद्धावस्थेंत असतें. घन बर्फ हें सर्वदां अत्यंत शुद्ध पाणी असतें.

(११२) **पाणी शुद्ध करणें**—रासायनिक प्रयोग करण्यास शुद्ध पाणी लागतें. तें साधारण पाण्याची वाफ थिजवून करितात. थोडेंसें शुद्ध पाणी तयार करणें असेल तर, एका रिटार्टांत (कांचबकयंत्रांत) पाणी घालून तें कढवावें आणि जी वाफ उत्पन्न होते, ती रिटार्टाच्या उघड्या तोंडाशीं ग्राहक लावून त्यांत जमवावी. (आकृति ५४ पहा) वाफ थिजविण्याकरितां ग्राहक थंड ठेविला पाहिजे; तो एका थंड पाण्यानें भरलेल्या पातेल्यांत ठेवून त्यावर वरून थंड पाण्याची संततधार पडे अशी योजना करावी. येणेंकरून जी रिटार्टांतील वाफ ग्राहकांत येते ती थंड पाण्याच्या संपर्कानें थिजत्ये. वाफ थिजल्यानें तींतील अनुद्भूत उष्णता गोचर होते. तेणेंकरून ज्यांत ग्राहक आहे त्या पातेल्यांतील पाणी तापतें. म्हणून ग्राहकावर वरून थंड पाण्याची संततधार पडत असल्यानें थंड पाणी बुडाशीं जाऊन तापलेलें हलकें पाणी वर येऊन बाहेर जातें. जेव्हां पुष्कळ शुद्ध पाणी तयार करावयाचें असतें, तेव्हां

---

* हैड्रोजन एकंस्थानीं कल्पल्यास पाण्याचें विशिष्ट गुरुत्व ९ आहे. घन व द्रव पदार्थांचें विशिष्ट गुरुत्व पाण्यास एकंस्थानीं कल्पून काढितात. पुढें बहुतेक तत्वांचीं व संयुक्त पदार्थांचीं वि० गुरुत्वें व पाणी एक कल्पून दिलीं आहेत.

तापक व शीतक धातूचें करितात. थोरल्या कारखान्यांत शीतक नागमोडी नळीचा केलेला असून तो पाण्याच्या पिपांत बसविलेला असतो. तापक तांब्याचा असतो व त्याच्या तोंडास धातूची नळी गच्च बसविलेली असून ती शीतकांतील नागमोडी नळीस जोडतां येते. शीतक थंड पाण्यानें भरलेला असतो. यांत वाफ थिजून जी उष्णता गोचर होते, व तेणेंकरून जें पाणी तापतें तें शीतकांत पृष्ठभागीं नमतें. तें बाहेर जाण्याकरितां कांठाशीं तोटी असते. थंड पाणी घातलेलें शीतकाचे बुडाशीं जाण्याकरितां बाजूस आंतून एक नळी असते. (आ. ५५ पहा.)

कोणत्याही फुलांचा किंवा दुसऱ्या हरकोणत्या पदार्थांचे अर्क काढणें असल्यास, याच रीतीनें काढितां येतो.

(११२) **घटना**—हैद्रोजनाच्या तिसऱ्या धर्मा (त्याची आक्सिजनाशीं प्रीति) विषयीं विचार करीत असतां पाणी, आक्सिजन आणि हैद्रोजन यांचा संयोग होऊन झालें आहे हें सिद्ध केलें. याच्या स्पष्टीकरणार्थ आणखी एक प्रयोग सांगतों. हैद्रोजनाच्या ज्योतीवर एक चेंडू एवढा धातूचा गोळा जर धरिला, तर कांहीं मिनिटांनीं हैद्रोजन व हवेंतील आक्सिजन यांचा संयोग होऊन जी वाफ उत्पन्न होते ती घन होऊन गोळ्याच्या बुडाशीं पाण्याचे थेंब दृष्टीस पडतील. वाफेंतील अनुद्भूत उष्णता धातूच्या गोळ्यांत शिरते आणि तिचें पाणी होतें. (आकृति ५६ पहा)

तांबें व आक्सिजन यांचा संयोगी पदार्थ तांब्याचा आक्साइड हा लाल करून त्यावरून कोरडा हैद्रोजन जाऊं दिला तेव्हां हैद्रोजन व आक्सिजन यांचा संयोग होऊन जल उत्पन्न झालें व शुद्ध तांबें वेगळें झालें. तसेंच यूडिआमेटर नामक यंत्रांत आक्सिजन व हैद्रोजन यांचा संयोग विजेच्या योगानें केला, तेव्हांही पाणी उत्पन्न झालें. या प्रयोगांत असेंही आपण पाहिलें कीं, हैद्रोजनाचीं दोनच मापें आक्सिजनाच्या एका मापाशीं संयोग पावलीं, व जो पदार्थ उत्पन्न झाला तें उदक होतें. या प्रयोगाधारें **क्याव्हेंडिश** याणें उदक हा एकाकी पदार्थ नसून संयुक्त पदार्थ आहे व दोन मापें हैद्रोजन व एक माप आक्सिजन यांच्या संयोगापासून झाला आहे, हा सिद्धांत सन १७८१ सालीं ठरविला. **क्याव्हेंडिश** याणें कांच पात्रांत दोन मापें हैद्रोजन व एक

माप आक्सिजन भरून तें गच्च बंद करून, त्याचें प्रथमतः वजन केलें आणि नंतर विद्युल्लतेनें संयोग झाल्यावर त्याचें पुनः वजन केलें, तर दोनही वजनें समान भरलीं. आलीकडे **क्याव्हेंडिश** याचा सिद्धांत पृथक्करण आणि संयोगीकरण या दोन्ही रीतीनीं अनेक प्रयोगद्वारां सिद्ध केला आहे. त्यांपैकीं एक पृथक्करणाचा व एक संयोगीकरणाचा असे दोन प्रयोग वरील सिद्धांत सिद्ध करण्याकरितां सांगतों.

(११४) विद्युत्प्रवाहानें पाण्याचें पृथक्करण करितां येतें. याकरितां बुडांतून प्लाटिनम धातूच्या तारेचे दोन तुकडे आरपार घातले आहेत, असा एक कांचेचा पेला घेऊन, तो एकहिस्सा सल्फ्युरिक आसिड आणि १० हिस्से पाणी यांच्या मिश्रणानें भरावा. आसिड पाण्यांत मिसळल्यानें पाण्याची विद्युद्वाहक शक्ति वाढते. दोन छेदांकित नळ्या याच पाण्यानें भरून पेल्यांत तारांवर उपड्या ठेवाव्या. (आकृति ९७ पहा) नंतर ग्रव्हनामक तीन किंवा चार चक्रांची ब्याटरी घेऊन, तिच्या दोन ध्रुवांकडील तारा पेल्याच्या दोन तारांस जोडाव्या. म्हणजे विद्युल्लतेचा प्रवाह पाण्यांत वाहूं लागला कीं पाण्याचें पृथक्करण सुरू होतें. आणि दोहों तारांपासून वायु उत्पन्न होऊं लागतात. कांहीं वेळ तसाच प्रवाह जाऊं दिला कीं नळ्या वायूनें भरतील. दोहोंपैकीं एक नळी प्रथम भरेल, ती भरली कीं प्रवाह बंद करावा. आतां दोहों नळ्यांतील वायूंकडे पाहिलें तर असें दिसेल कीं, एका नळींतील वायूच्या दुपटीहून कांहीं ज्यास्त वायु दुसऱ्या नळींत आहे. एकीचे बरोबर दुप्पट वायु दुसरींत जमता; परंतु आक्सिजन व हैड्रोजन हे पाण्यांत सम प्रमाणानें विरघळत नाहींत. हैड्रोजनापेक्षां शेंकडा एक या मानानें आक्सिजन जास्त पाण्यांत विरघळतो. आतां या दोन वायूंचे धर्म काय आहेत ते पाहूं. ज्या नळींत पुष्कळ वायु आहे, ती नळी घेऊन तींत पेटलेली वात घातली तर विझते; परंतु नळीच्या तोंडाशीं वायु पेट घेतो; यावरून हा हैड्रोजन होय. आतां दुसरी नळी घेऊन तींत गुल असलेली वात घातली तर लागलीच पेट घेते. यावरून हा आक्सिजन होय. या दोहोंच्या भिन्न विद्राव्यतेमुळें एका नळींत थोडासा जास्त वायु होता तो मनांत न आणितां जर पाहिलें तर या प्रयोगावरून हें स्पष्ट आहे कीं पाणी, हैड्रोजन दोन मापें व आक्सिजन एक माप यांच्या

संयोगापासून झालें आहे. हे दोन वायु कोणत्या ध्रुवाकडे उत्पन्न झाले हें पाहिल्यास असें समजेल कीं, आक्सिजन हा धन ध्रुवाकडे व हैड्रोजन ऋण ध्रुवाकडे असे उत्पन्न झाले. पेल्यांतील दोनही तारांवर राहण्याजोगी एकच मोठी नळी उपडी ठेवून दोनही वायु एका नळींत जमविले, आणि त्या मिश्रणास बत्ती लाविली तर मोठा बार होऊन त्यांचा संयोग होईल व पाणी उत्पन्न होईल.

(११९) हा सिद्धांत संयोगी करणानेंही सिद्ध होतो. याकरितां एक छेदांकित नळी, एके बाजूनें बंद, व त्या ठिकाणीं दोन प्लाटिनम धातूच्या तारा आरपार बसविलेली, अशी घेऊन ती प्रथमतः पाऱ्यानें भरावी आणि एका खोलगट पाऱ्यानें भरलेल्या भांड्यांत उपडी करावी. आतां नळीमध्यें पन्नास मापें (एकेक छेदाएवढीं) हैड्रोजन घ्यावा. आणि आक्सिजन हवा तेवढा नळींत घ्यावा. उदाहरणार्थ तोही पन्नास मापें घ्यावा. आतां या नळींत पन्नास मापें हैड्रोजन आणि पन्नास मापें आक्सिजन आहे. यांत विजेची ठिणगी सोडण्या पूर्वी नळीचें बूड एका लवचिक रबराच्या तुकड्यावर घट्ट दाबावें. कारण तसें न केलें तर संयोगजन्य उष्णतेनें नळींतील वायु प्रसरण पावून पाऱ्यास बाहेर लोटितील. आतां ठिणगी सोडल्यावर नळीमध्यें किती वायु राहतो हें नीट बारीक दृष्टीनें पहावें. (आकृति ९८ पहा.)

विजेनें भरलेल्या कुपीची बाहेरील बाजू नळींतील एका तारेशीं लावून, तिचें बोंड दुसऱ्या तारेस लावावें, म्हणजे विजेची ठिणगी झटकन् आंत जाईल व फटकन् अवाज होऊन दोहों वायूंचा संयोग होईल. आतां नळीच्या तोंडा खालील रबराची गादी हळूच सरकवावी, म्हणजे पारा, नळींत पोकळी उत्पन्न झाल्यामुळें झरदिशीं वर चढेल; पारा २५ छेदापर्यंत मात्र चढेल, पुढें चढणार नाहीं. यावरून हें स्पष्ट होतें कीं, १०० मापें मिश्रणांतून फक्त २५ मापें नळींत वायु राहतो. हा वायु आक्सिजन आहे अशी खात्री, त्यांत जळकी काडी घातल्यानें भप्दिशी पेटेल, यावरून होईल. पाणी जें होतें तें नळीच्या बाजूंवर दवासारखें त्यांच्या घटकावयवांचा $\frac{1}{200}$ भाग जागा व्यापून राहतें; म्हणून बाकी शिलक जो वायु राहिला तो मोजतांना, पाण्यानें व्यापिलेली

जागा हिशेबांत धरिली नाहीं तरी मोठीशी चूक होईल असें वाटत नाहीं. या प्रयोगांत ५० मापें हैड्रोजन, २५ मापें आक्सिजनाशींच मात्र संयोग पावला, आणि पाणी झालें; यास्तव पाणी, एक माप--हैड्रोजन आणि दोन मापें आक्सिजन यांच्या संयोगापासून बनलें आहे हें निश्चयात्मक ठरलें.

(११६) पाण्याची घटना मापांवरून कळली म्हणजे त्यापासून वजनाचीं प्रमाणें सहज काढितां येतात. कारण एक माप हैड्रोजनाचें जितकें वजन भरेल, त्याच्या १६ पट एक माप आक्सिजनाचें भरतें. आतां पाणी, २ मापें हैड्रोजन आणि एक माप आक्सिजन यांच्या संयोगापासून झालें आहे. म्हणून पाणी, वजनाच्या मानानें दोन भार हैड्रोजन आणि १६ भार आक्सिजन यांचा संयोग होऊन झालें आहे हें स्पष्ट आहे. हैड्रोजनाचें संयोजक प्रमाण=१ आणि आक्सिजनाचें सं. प्र.=१६, म्हणून पाण्याची सारणी $है_2आ$ ही झाली.

(११७) पाण्याच्या घटकावयवांचें वजनाच्या मानानें प्रमाण २:१६ आहे. ही गोष्ट सिद्ध आहे किंवा नाहीं हें प्रत्यक्ष पाहण्याकरितां पुढील प्रयोग करावा म्हणजे पक्की खात्री होईल.

याकरितां मागें तांब्याच्या आक्साइडापासून हैड्रोजनाच्या साहाय्यानें शुद्ध तांबें काढण्याचा जो प्रयोग सांगितला, तो थोड्या निराळ्या रीतीनें केला पाहिजे. फुगा असलेल्या ज्या नळींत तांब्याचा आक्साइड लाल करावयाचा, तिचें प्रथमतः वजन करावें, आणि फुग्यांत घालावयाचा जो तांब्याचा आक्साइड त्याचेंही वजन करून नंतर फुग्यांत भरावा. असें समजूं कीं, नळी व आक्साइड या दोहोंचें मिळून वजन (अ) ग्रेन भरलें. आक्साइड लाल भडक होण्याजोगा उष्ण करण्यास्तव व त्यावर कोरडा हैड्रोजन येण्यास्तव पूर्वीं सांगितलेली सर्व जोडाजोड करावी. आक्साइड असलेल्या नळीच्या दुसऱ्या शेवटाकडून आक्साइडामधील आक्सिजन व त्यावर आलेला हैड्रोजन यांचा संयोग होऊन जी पाण्याची वाफ तयार होते ती जमा केली पाहिजे. याकरितां एका नळींत क्लोराइड आफ् क्यालसिअम याचे तुकडे भरून तिचें वजन करावें. हें वजन (**ब**) ग्रेन भरलें असें समजूं. ही नळी आक्साइडाच्या नळीस

जोडावी म्हणजे जी वाफ तयार होईल ती सर्व क्याल्सिक क्लोराईड हा पदार्थ शोषून घेईल. कांहीं वेळ प्रयोग चालूं द्यावा आणि आक्साइड ज्या फुग्यांत होता त्यांत शुद्ध लाल तांबें राहिलें म्हणजे बंद करावा; आणि आक्साइड व क्लोराईड यांच्या नळ्यांचीं वजनें करावीं तीं अनुक्रमें **क** आणि **ड** भरलीं असें समजूं. आतां आक्साइडामधून आक्सिजन जाऊन शुद्ध तांबें राहिलें, म्हणून कमी झालेल्या आक्सिजनाचें वजन (**अ**--**क**) हें होय. आक्सिजन आणि हैद्रोजन यांपासून झालेलें पाणी क्लोराईडानें शोषून घेतल्यामुळें त्या नळीचें वजन वाढेल. म्हणून जें वजन वाढलें तें **ड**--**ब** हें होय. हें आक्सिजन आणि हैद्रोजन या दोहोंचें मिळून आहे. म्हणून यांतून आक्सिजनाचें वजन (**अ**-**क**) हें वजा केलें, म्हणजे बाकीचें (**ड**-**ब**)--(**अ**-**क**) पाण्यांतील हैद्रोजनाचें वजन झालें. जर वजनें फार जपून बरोबर केलीं, तर (**अ**-**क**) आणि (**ड**-**ब**)--(**अ**-**क**), यांमधील परस्पर प्रमाण १६ : २ हेंच सांपडेल.

ड्युमास् नांवाच्या एका शास्त्रवेत्त्यानें मोठ्या बारकाईनें वर सांगितल्या रीतीनें अनेक वेळीं प्रयोग केले; त्यांची सरासरी काढून त्याणें १०० ग्रेन पाण्यांत आक्सिजन व हैद्रोजन हे पुढील प्रमाणानें असतात असें ठरविलें आहे.

हैद्रोजन ———————— ११.१११ ग्रेन वजन.

आक्सिजन ———————— ८८.८८९ ग्रेन वजन.

यांमधील प्रमाण १ : ८ आहे हें उघड आहे. हें व मापाच्या गणनेनें जें पाण्याच्या घटकावयवांतील काढिलेलें प्रमाण २ : १६ हीं एकच होत.

(११८) **पाण्याचे धर्म**—साधारणतः जरी पाणी द्रवावस्थेंत आढळतें, तरी घन व वायुरूप या अवस्था पाणी धारण करितें. पाणी हा पदार्थ, प्राचीन काळीं एकंदर पांच तत्वांपैकीं एक तत्व असें मानीत. पाणी पाहिल्याबरोबर हा पदार्थ संयुक्त आहे अशी आशंका एकदम येणार नाहीं हें खरें आहे. इतकेंच नव्हे तर, ज्या दोन वायूंच्या आंगीं अगदीं भिन्नधर्म विद्यमान आहेत, अशा आक्सिजन व हैद्रोजन वायूंच्या संयोगापासून जल झालें आहे, असा तर्क तर प्रथमदृष्ट्या कधींच होणार नाहीं. हैद्रोजन हा सृष्टींतील एक पहिल्या प्रतीचा ज्वालाग्राही

पदार्थ आहे, व आक्सिजन ज्वालाप्रवर्तक आहे; परंतु पाण्याचे आंगीं दोहोंपैकीं एकही गुण वसत नाहीं. तथापि वर सांगितलेल्या प्रयोगांवरून पाणी हा पदार्थ आक्सिजन आणि हैड्रोजन यांच्या संयोगापासून झालेला आहे, हें प्रत्यक्ष सिद्ध झालें. पाण्याचें पृथक्करण करून हे दोन वायु काढिले, व हे दोन वायु एकत्र करून जल केलें. यामुळें आतां तर याच्या सत्यतेविषयीं व प्राचीन समजुतीच्या खोटेपणाविषयीं कांहींच शंका राहिली नाहीं.

संयुक्त पदार्थांचे धर्म त्यांच्या घटकावयवांच्या धर्मांपासून अगदीं भिन्न असतात, याविषयीं जल हें त्या सिद्धांताच्या सत्यतेविषयीं मनाची बालंबाल खात्री करणारें उदाहरण आहे. जल जेव्हां बरेंच स्वच्छ असतें व जेव्हां आपण त्याचा मोठा संचय पाहतों, तेव्हां त्याचा रंग आपणास निळसर दिसतो. जसजसें तें जास्त स्वच्छ व निवळ असेल त्या मानानें हा रंग फारच स्पष्ट दिसतो. मोठमोठ्या तलावांचें व खोल अशा समुद्राचें पाणी असें दिसतें. बर्फाचे मोठमोठे ढिग पाहिले, म्हणजे त्यांचाही रंग कांहींसा या प्रकारचा भासतो. तथापि शुद्ध केलेलें थोडेंसें पाणी किंवा बर्फाचा लहानसा तुकडा एका पांढऱ्या कांचेच्या पेल्यांत घालून पाहिल्यास तीं दोनही अगदीं रंगहीन व पारदर्शक दिसतात. स्वच्छ पाणी रुचिहीन व गंधहीन असतें.

(११९) सर्व वायुरूपी पदार्थ पाण्यांत कमजास्त विरतात. पाण्याची उष्णता वाढविल्यानें ते त्यांत कमी विरतात व पाणी सडकून तापविलें म्हणजे पाण्यांत विद्रुत असलेले सर्व वायु उडून जातात. ३२° फया. उष्णमानावर असलेल्या १०० घन इंच पाण्यांत ४ मापें आक्सिजन विरला, तर ५०° फया. उष्णमानावर ३$\frac{1}{4}$ मापें, ६०° फया. उष्णमानावर तीन मापें, आणि ६८° फया. उष्णमानावर २$\frac{4}{5}$ मापें याप्रमाणें त्याच पाण्यांत आक्सिजन विरतो. हा विरलेला आक्सिजन पाणी तापविल्यानें निघून जातो. पाण्यांत साधारण वायूचा जेवढा अंश विरतो तेवढ्याच आकाराचा आकुंचित केलेला वायूही विरतो. तसेंच पाण्यावर जसजसा दाब वाढवावा, तसतसा जास्त वायु पाण्यांत विरतो. वायु शोषून घेण्याचा पाण्याच्या आंगीं धर्म आहे; म्हणून पाण्यांत विद्रुत झालेल्या हवेंतून मासे, खेकडे, सुसरी इत्यादि नाना जातींच्या जलचरां-

स आक्सिजन प्राप्त होतो. पाण्यांत हवा विरलेली असते हें प्रत्यक्ष पाहणें असल्यास पुढील प्रयोग करावा.

प्रयोग ४८—एका कांचेच्या चंबूंत (आ. ५९ पहा.) पाणी कांठोकांठ भरून त्याचे तोंडास बुचांतून एक बारीक नळी पाण्यानें भरून बसवावी आणि वायुपात्रांत पाण्यानें भरलेल्या नळीच्या किंवा कुपीच्या तोंडांत द्यावी. नंतर चंबूस मद्यार्काच्या दिव्याची उष्णता लावावी म्हणजे पाण्यांतील विरलेले वायु नळींत जमतील.

दोन किंवा अधिक वायूंचें कृत्रिम मिश्रण केलें म्हणजे ज्या प्रमाणानें प्रत्येक वायु मिश्रणांत असेल, व जें त्याचें स्वतःचें पाण्यांत विरण्याचें मान असेल, त्या प्रमाणानें त्या मिश्र वायूंची विरण्याची शक्ति असते. म्हणून जेव्हां हवा पाण्यांत विरते, तेव्हां विरलेल्या हवेंत $\frac{1}{3}$ आक्सिजन व $\frac{2}{3}$ नैत्रोजन असतो. हवा हें कृत्रिम मिश्रण आहे हें मानण्यास हें एक मोठें प्रमाण धरितात.

जेव्हां पाण्याची द्रवरूपता राहून पाण्याचा व पदार्थाचा एकजीव होतो, तेव्हां पाणी पदार्थांस विरघळवितें असें म्हणतात. सर्व द्रव पदार्थांमध्यें पाणी हें मोठें बळकट व सर्व साधारण द्रावक आहे, म्हणून त्याचा उपयोग रसायन प्रयोगांमध्यें वारंवार पडतो. जे पदार्थ घनस्थितींत निःशक्त असतात, त्यांस पाण्यांत विरघळवून शक्तिमान करितां येतात, म्हणजे त्यामध्यें रसायनप्रीतीचें कार्य घडण्यास सुलभ पडतें. पदार्थ एकमेकांत मिसळले असतां, पाण्याच्या द्रावक शक्तीमुळें ते एकमेकांपासून वेगळे करितां येतात. सारांश पाण्यावांचून रसायन प्रयोग करितां येणार नाहींत; इतकेंच नव्हे तर सृष्टींतील सर्व प्राणिज व उद्भिज पदार्थांच्या क्रिया पाण्यावांचून बंद पडतील.

जरी वायुरूपी पदार्थांच्या संबंधानें पाण्याची द्रावक शक्ति उष्णतेनें कमी होते, तरी इतर पदार्थांच्या संबंधानें उष्णतेनें पाण्याची द्रावक शक्ति वाढते, म्हणून थंड पाण्यापेक्षां ऊन पाण्यांत पदार्थ पुष्कळ विरघळतात. ह्या कारणास्तव उष्णद्रव थंड होऊं दिला, तर त्यांतील घनपदार्थांचा अंश स्फटिक रूपानें खालीं बसतो.

पाण्यांत वायुरूपी पदार्थ विरतात तेव्हां पाणी त्या वायूंस शोषतें असें म्हणतात. ह्या वेळीं वायुरूपी पदार्थांस द्रवरूपता प्राप्त होते. ज्या

अर्थी पदार्थास उष्णतेच्या योगानें वायुरूप प्राप्त होतें, त्याअर्थी वायुरूपी पदार्थास शोषण करण्याची पाण्याची शक्ति उष्णतेच्या योगानें कमी होते, आणि शीततेनें ज्यास्त होते. ज्यास्त दाब असला तर पाण्याची शोषक शक्ति वाढते. ह्याचें कारण उघड आहे कीं, दाब अधिक झाल्यामुळें वायुरूपी पदार्थांचें आकुंचन होऊन, व परमाणु थोड्या अंतरावर येऊन त्यांस द्रवरूपता प्राप्त होण्यास सुलभ पडतें. सोडावाटर करितांना कृत्रिमरीत्या दाब वाढवून पाण्यांत "कार्बानिक आसिड वायु" ज्यास्त विरघळवितात.

(१२०) पाण्याच्या आंगीं द्रावक शक्ति मोठी असल्यामुळें तें सृष्टींत स्वच्छ व अमिश्र कधीं सांपडत नाहीं. सर्वांत स्वच्छ अशा पावसाच्या पाण्यामध्यें देखील कार्बानिक आसिड, आमोनिया, आणि मीठ यांचे थोडथोडे अंश असतात. जेव्हां पावसाचें पाणी डोंगरांतून किंवा खडकांतून झऱ्याच्या किंवा ओढ्याच्या, किंवा नदीच्या रूपानें वाहतें, तेव्हां त्यांत जमिनींतील क्षार थोडे बहुत विरघळलेले असतात. जसें---मीठ, कार्बोनेट आफ् लाइम (चाक), सल्फेट आफ् लाईम (जिप्सम) इत्यादि.

(१२१) पाण्यावर उष्णतेचीं कार्यें फारच चमत्कारिक व असाधारण होतात, तीं खालीं सांगितलीं आहेत.

सर्व पदार्थ उष्णतेनें प्रसृत होतात, आणि शीततेनें आकुंचित होतात, असा सर्व साधारण नियम आहे. परंतु हा नियम पाण्यास सर्वदां लागू नाहीं. जर शेरभर पाणी ८०° फ्या. उष्णमानाचें घेतलें आणि तें जर सावकाश शीत करीत गेलें, तर तें आकुंचित होत होत ३९½° फ्या. उष्णमान त्या पाण्याचें होई पर्यंत आकुंचित होईल. शीत करण्याचा क्रम तसाच पुढें चालविला तर पुढें शीततेनें आकुंचित न होतां, उलटें प्रसृत होतें. व तसेंच प्रसृत होत होत ३२° फ्या. उष्णमानावर येऊन पोंचलें म्हणजे थिजून बर्फ होतें. बर्फ हलकें असून पाण्यावर तरतें हें, बर्फाचा तुकडा पाण्यांत टाकून ज्यांनीं पाहिलें असेल त्यांच्या अनुभवास आलेंच असेल. बरें आतां जर तेंच शेरभर पाणी ३२° फ्या. उष्णमानावर असून द्रवरूप असतां जर सावकाश उष्ण करीत गेलें, आणि बारीक दृष्टीनें वरचेवर पहात राहिलें, तर असें दृष्टोत्पत्तीस येईल कीं, पाणी उष्णतेनें

क्षणोक्षणीं प्रसृत न होतां आकुंचित होऊन कमी जागा व्यापितें. हा आकुंचित होण्याचा क्रम त्या पाण्याचें उष्णमान ३९½° फ्या. होई तोंपर्यंत चालतो, व पुढें सर्व साधारण नियमाप्रमाणें प्रसृत होऊं लागतें. यावरून पाणी हा पदार्थ उष्णतेच्या सर्व व्यापक नियमास अपवाद आहे. पाण्याचें उष्णमान ३२° फ्या. व ३९½ फ्या. यांच्यामध्यें असतां त्यावर उष्णतेचीं जीं कार्यें होतात, तीं अगदीं उलट असतात. पाण्याचें उष्णमान ३२° फ्या. पासून ३९½ फ्या. पर्यंत चढत असतां पाणी आकुंचन पावतें आणि ३९½° पासून ३२° फ्या. पर्यंत उष्णमान उतरत असतां प्रसृत होतें. म्हणजे पाणी द्रवरूप स्थितींत ३२° फ्या. वर असतां जितकी जागा व्यापितें त्याहून कमी जागा ३९½° फ्या. वर असतांना व्यापितें; म्हणून पाणी ३२° फ्या. उष्णमानावर असतां जितकें त्याचें गुरुत्व असतें त्याहून ३९½° फ्या. वर असतां ज्यास्त असतें. आणि ३९½° पासून पुढें इतर पदार्थांप्रमाणें प्रसृत होतें. म्हणून पाणी ३९½° फ्या. उष्णमानाचें असतां अति जड असतें व त्या वेळीं तें आपल्या परमदार्ढ्यावर आहे असें म्हणतात. कारण पाण्याचे परमाणु या उष्णमानावर अतिशय जवळ अंतरावर आलेले असतात. हा पाण्याचा अप्रतिम धर्म प्रत्यक्ष प्रयोगरीत्या पाहण्यास पुढील प्रयोग करावा.

प्रयोग ४९—एक कांचेचें एक फूट उंचीचें उभें पंचपात्र घ्यावें. एक बुडापासून थोडेंसें वर, व एक तोंडापासून थोडेंसें खालीं (दोन उष्णमापकें आडवीं सरळ राहण्याजोगीं) अशीं बाजूस दोन भोकें असावीं. व त्यांच्यामध्यभागीं बाहेरून शीतताजनक मिश्रण राहण्याकरितां पन्हळ असावा. दोन भोकांत दोन उष्णमापकें आडवीं बुचांमध्यें गच्च बसवावीं, आणि मधील पन्हळांत शीतताजनक मिश्रण* (मीठ व बर्फाचा चूर) घालावें. आणि पंचपात्र पाण्यानें भरावें. म्हणजे खालीं लिहिलेले फेरफार दिसून येतील. (आ० ६०)

बुडाजवळच्या उष्णमापकांतील पारा उतरत उतरत ३९½° पर्यंत उतरेल आणि नंतर स्थीर राहील. वरील उष्णमापकांत प्रथमतः फारसा फरक पडत नाहीं. परंतु खालचें उष्णमापक ३९½° वर येऊन स्थीर

---

* शीतताजनक उत्कृष्ट मिश्रण मीठ व बर्फाचा चुरा एकत्र करून करितात.

झालें कीं, वरील उष्णमापकांतील पारा उतरूं लागतो आणि ३२° वर येऊन टेंकतो. आणि शीततानजनक व्यापार बराच काळपर्यंत चालूं दिला म्हणजे पाणी पंचपात्राचे पृष्ठभागीं थिजतें व बर्फ होतें. हे निरानिराळे व्यापार होण्याचीं कारणें उघड आहेत.

शीततानजनक मिश्रणाच्या योगानें पंचपात्राच्या मध्यभागांतील पाणी जसजसें थंड होत जातें तसतसें ज्यास्त जड होऊन तळीं जाऊन बसतें, आणि तळचें हलकें व त्यापेक्षां उष्ण पाणी वर येतें. पंचपात्रांतील सर्व पाणी ३९$\frac{1}{2}$° वर, म्हणजे परमदार्ढ्यावर येई पर्यंतही अभिसरण (खालीं वर येण्याची) क्रिया चालते. परंतु शीततानजनक मिश्रण आहे त्या भागापासून बुडापर्यंत सर्व पाणी ३९$\frac{1}{2}$° वर येऊन पोंचलें म्हणजे पुढें जी शीतता जलास प्राप्त होते तिणें मध्यभागचें थंड पाणी खालीं जात नाहीं. कारण ३९$\frac{1}{2}$° पलीकडे पाण्याची उष्णता कमी केली म्हणजे त्याचें आकुंचन होण्याबद्दल प्रसरण होतें; मध्यभागीं पाणी थिजून बर्फाचे बारीक कण दृष्टीस पडूं लागतात. हे कण खालील पाण्याहून कमी गुरुत्वाचे असल्यानें पाण्यावर तरतात. आणि खालील पाणी ३९$\frac{1}{2}$° वर राहतें. मध्यभागाचें थंड पाणी प्रसरण पावल्यामुळें हलकें होतें म्हणून खालीं जात नाहीं.

जर सृष्टिकर्त्यानें पाण्यामध्यें इतर पातळ पदार्थांहून हा निराळा धर्म ठेविला नसता, तर सृष्टीची विद्यमान रचना अगदीं बिघडून गेली असती व अनर्थ झाले असते. हिंवाळ्यांत निदान शीतकटिबंधांतील देशांत, तळीं, विहिरी, नद्या; समुद्र वगैरेंचें सर्व पाणी गोठून जाऊन बर्फ बनलें असतें; व जलचर व जलवनस्पति यांचा अगदीं नाश होऊन गेला असता. परंतु या पाण्याच्या या असाधारण धर्मामुळें ३९$\frac{1}{2}$° खालीं पाणी फुगतें, म्हणून पृष्ठभागीं तरून बर्फाचें आच्छादन होतें. आणि त्या खालील पाणी ३९$\frac{1}{2}$° वर राहून जलचरांचें वगैरे संरक्षण होतें. तस्मात् सामान्य नियमास हा अपवाद करून महाकल्पक जो जगन्नियंता त्याणें आपलें केवढें अगाध चातुर्य प्रकट केलें आहे व प्राण्यास सुख होण्याविषयीं आपली केवढी काळजी दाखविली आहे, याचें कोणास आश्चर्य वाटणार नाहीं ! ! !

पाणी गोठतांना ही जी फूग येते ती सारी $\frac{1}{14}$ येते. तथापि या

फुगीचा जोर इतका असतो कीं, हिमालयासारख्या मोठ्या पर्वतावरील कित्येक प्रदेशांत पाणी गोठूं लागलें म्हणजे कधीं कधीं मोठमोठ्या खडकांस भेगा पडतात व कधीं कधीं कड्याचा कडा देखील तुटून पडतो. या फुगीचा जोर प्रत्यक्ष पाहणें असल्यास पुढील प्रयोग करावा.

प्रयोग ५०—एक ओतीव लोखंडाची लहानशी नळी असून तीस मळसूत्रानें गच्च बसवितां येण्याजोगी गुडदी असावी. अशी नळी तंतोतंत पाण्यानें भरून गुडदी गच्च बसवावी. आणि ती शीतताजनक मिश्रणांत ठेवावी; म्हणजे कांहीं वेळानें पाणी थिजूं लागलें म्हणजे मोठा अवाज होऊन नळीस भेग पडेल.

एक ग्यालनभर पाणी ६२° फ्या. उष्णमानावर १० पौंड म्हणजे ७००० ग्रेन वजन भरतें. परंतु तेंच पाणी ३९$\frac{1}{2}$° वर असतां ७ ग्रेन ज्यास्त वजन भरतें. थंड देशांत पाण्याचे लोखंडी नळ आंतील पाणी गोठून बर्फ झाल्यानें वारंवार फुटतात. सृष्टींतही वर सांगितलेले फेरफार होतात म्हणून भूगर्भशास्त्रवेत्ते, सृष्टींतील कित्येक फेरफार होण्यास बर्फ हें एक मोठें कारण आहे असें मानितात.

(१२२) असा साधारण नियम आहे कीं, पदार्थ द्रव स्थितींतून घन स्थितींत जाऊं लागला म्हणजे पुष्कळ उष्णता बाहेर पडते; आणि घनावस्थेंतून द्रवावस्थेंत जाऊं लागल्यानें उष्णता उलटी अदृश्य अथवा गुप्त होते. हा नियम पाण्यासही लागू आहे. पाणी ३२° वर येई इतकें थंड केलें कीं, तें मग थिजूं लागतें, आणि त्यासरसें उष्णता बाहेर टाकितें. पाणी घन होतांना जी उष्णता गोचर होते, ती ज्या पदार्थांची उष्णता ३२° खालीं आहे अशा पदार्थाचा संयोग करून मापितां येते. हें मागें सांगितलेंच आहे कीं, बर्फाची अनुद्भूत उष्णता १४२° आहे. म्हणजे एक पौंड पाण्याचें बर्फ होत असतां जी उष्णता उद्भूत होते तेवढी १४२ पौंड पाण्याचें उष्णमान एक अंश वाढविण्यास बस होईल. दुसऱ्याही पदार्थांत हाच नियम दृष्टीस पडतो. पुढील सुलभ प्रयोग केल्यास हें प्रत्यक्ष दृष्टीस पडेल.

प्रयोग ५१—एक कांचेच्या पात्रांत आधणाचें पाणी घालून त्यांत सल्फेट आफ सोडा हा क्षार जितका विरघळेल तितका विरघळावा. मग तें भांडें स्थीर ठेवून निवूं द्यावें. जरी बरेंच निवालें तरी त्यांतील द्रव

घन होत नाहीं. आतां हा द्रव जर उष्णमापकानें थोडासा हलविला तर लागलाच तो द्रव घन होऊन त्याची ढेप बनते, आणि सर्व पात्र कढत होतें; आणि ज्या उष्णमापकानें द्रव हलविला त्यांतील पारा वर चढतो. घन स्थितींत जातांना जी उष्णता उद्भूत झाली तें याचें कारण होय.

असें अनुभवावरून सिद्ध आहे कीं, पाणी न हालवितां, ३२° खालीं देखील पुष्कळ थंड करितां येतें. परंतु जर थोडेंसें हालविलें कीं, त्याचें बर्फ होतें; आणि बर्फ होत असतां जी उष्णता बाहेर पडते, तेणें-करून त्याचें उष्णमान पुनः ३२° वर येतें. बर्फ पाण्यापेक्षां हलकें आहे व त्याचें विशिष्ट गुरुत्व. ९४ आहे.

पाणी द्रवावस्थेंतून घनावस्थेंत जातांना जशी उष्णता बाहेर पडते, तशी घनावस्थेंतून द्रवावस्थेंत जातांना पुष्कळ उष्णता गुप्त होते. उदाहरण, जर एक पौंड बर्फ, १७४° वर असलेल्या एक पौंड पाण्यांत टाकिलें, तर कांहीं वेळानें बर्फ वितळेल, परंतु दोनही पौंड पाण्याचें उष्णमान ३२° च राहील. पाण्यांतील १४२° उष्णता, बर्फास द्रवावस्थेंत आणण्यास लागली, व तितकी गुप्त किंवा अनुद्भूत झाली. परंतु जर ३२° उष्णमानाचें द्रवावस्थेंत असलेलें आणि १७४° वर असलेलें पाणी, सारख्या वजनाचें जर एकत्र केलें, तर त्या मिश्र पाण्याचें उष्णमान मध्यम प्रमाणाचें म्हणजे १०३° असेल; कारण येथें पाण्यास एका अवस्थेंतून दुसऱ्या अवस्थेंत नेण्याचें नसल्यानें, उष्णता गुप्त मुळींच होत नाहीं. याच कारणास्तव थंड देशांत बर्फ वितळत असतां हवा जितकी उष्ण असते, त्यापेक्षां पाणी गोठत असतां ज्यास्त उष्णता हवेमध्यें भासते. पाण्याचें बर्फ होतांना व बर्फाचें पाणी होतांना जशी उष्णता अनुक्रमें दृश्य व अदृश्य होते, तशीच पाण्याची वाफ होतांना व वाफेचें पुनः पाणी होतांना ही उष्णता अदृश्य व दृश्य होते. एका भांड्यांत पाणी घालून तें विस्तवावर ठेविलें आणि त्यांत उष्णमापक घालून पाहूं लागल्यास असें दिसेल कीं, पारा २१२° वर चढेल, आणि पाणी कढूं लागेल. यापुढें उष्णता पाण्यास सतत पोंचत असून पारा बिलकुल वर चढणार नाहीं. तर जी उष्णता पाण्यास एकसारखी लागत आहे तिचें होतें तरी काय? त्या उष्णतेनें पाण्याची वाफ होते आणि ती सर्व

उष्णता वाफेमध्यें अनुद्भूत अथवा अदृश्य राहते. आणि वाफेचें उष्णमानही २१२° च राहतें. उष्णमापकांतील पारा २१२° वर चढल्यावर जी उष्णता जास्त येत्ये, ती सर्व उष्णता वाफेमध्यें जमून राहत्ये. आतां ही वाफ जर थिजवून पाणी केलें तर पुनः ती सर्व उष्णता दृश्य होते. ही क्रिया वाफेचें पाणी करतांना दृष्टोत्पत्तीस आलीच आहे. कारण ज्या ग्राहकांत वाफेचें पाणी होतें, तो ग्राहक ज्या पाण्याचे भांड्यांत ठेविला असतो तें पाणी वारंवार ऊन होतें, म्हणून तें पाणी थंड ठेवण्याकरितां दुसरा थंड पाण्याचा प्रवाह त्यावर सोडावा लागतो. रिटार्टांत पाणी तापवून पाण्याची वाफ जर ६०° उष्णमानाच्या पाण्यांत सोडली तर, तें पाणी लागलेंच कांहीं वेळानें २१२° वर चढतें. याचें कारण हेंच कीं, वाफ थिजून पाणी होत असतां, तींतील अनुद्भूत उष्णता उद्भूत होऊन पाणी कढत होतें. ही वाफेची अनुद्भूत उष्णता ९६६° फया. आहे; म्हणजे एक पौंड पाणी २१२° वर असतां त्याची वाफ होण्यास ९६६° उष्णता लागते.

(१२३) ज्या लोखंडी भांड्यास वाफ जाण्याची तोटी आहे, व ज्यास सेफ्टीव्हाल्व्ह आहे, अशा भांड्यांत पाणी कढवावें, आणि वाताकर्षक यंत्रानें रित्या केलेल्या ग्राहकांत वाफ सोडावी. यावेळीं व्हाल्व्हावर दर चौरस इंचावर १५ पौंड प्रमाणें हवेचा दाब आहे. अशा स्थितींत जेव्हां पाण्याचें उष्णमान २१२° वर येईल तेव्हां पाणी कढूं लागेल; म्हणजे जेव्हां वाफेचा जोर व्हाल्व्हास वर उचलून रित्या ग्राहकांत जाण्यापुरता होईल, तेव्हां पाणी कढूं लागेल. आतां जर व्हाल्व्हावरील दाब वाढविला तर त्याप्रमाणें, पाणी कढण्यास जास्त उष्णता लागेल. जर दाब दुप्पट केला म्हणजे जर दर चौरस इंचावर ३० पौंड दाब केला तर २४८° पर्यंत उष्णमान वाढविल्याशिवाय पाणी कढणार नाहीं. याहून अधिक दाब वाढविला तर याहून ज्यास्त उष्णता लाविल्याशिवाय पाणी कढणार नाहीं. परंतु जर दाब कमी केला तर कमी उष्णतेनें पाणी कढूं लागतें. हें पाहण्याकरितां पुढील प्रयोग करावा.

प्रयोग ५२—एका कांचेच्या चंबूंत थोडेंसें पाणी घालून कढवावें, आणि त्यांतील सर्व हवा जाऊन पाण्यावरील सर्व अवकाश वाफेनें भरला म्हणजे चंबूस गच्च बूच बसवावें, आणि विस्तवावरून तो काढावा म्हणजे

कढण्याचें बंद होतें. आतां चंबूवर थंड पाणी ओतून जर पाण्यावरील वाफेचा द्रव केला आणि तेणेंकरून पाण्यावरील दाब कमी झाला म्हणजे पाणी पुनः कढूं लागतें. (आ. ६१ पहा.)

यावरून पाण्याचें कढणें व त्याच्या पृष्ठभागावरील दाब यांमध्यें फार निकट संबंध आहे. पाण्याच्या वाफेचा जोर, त्याच्या पृष्ठभागावरील हवेच्या दाबावरोबर झाला कीं, पाणी कढूं लागतें. परंतु जेव्हां भारमापकांतील पारा ३० इंचांवर असतो तेव्हां हवेचा दाब दर चौरस इंचावर १५ पौंड असतो. वाफेचा जोर जेव्हां एवढें वजन उचलण्याजोगा होतो, तेव्हां पाणी कढूं लागतें, व हें २१२° फा. पाण्याचें उष्णमान असलें म्हणजे घडतें. म्हणून हा कढण्याचा बिंदु इतर कढण्याचे बिंदु मापण्यास प्रमाण धरितात.

पृथ्वीच्या पृष्ठभागापासून जसजसें वर जावें तसतसें, हवा वरील प्रदेशीं विरल असल्यामुळें, तिचा दाब कमी असतो; म्हणून, पाणी कढण्याचा बिंदु उतरतो. व जसें खोल खाणींत जावें तसा दाब वाढतो, म्हणून कढाचा बिंदु चढतो. यास्तव कढाच्या बिंदूवरून मोठमोठे पर्वतांची उंची मोजतां येते. कधीं कधीं डोंगराच्या पायथ्याशीं २१२° वर पाणी कढत असलें तर माथ्यावर २०४° वर कढतें. सुमारें ६०० फूट उंचीस कढण्याचा बिंदु एक अंश उतरतो.

(१२४) हवेचें उष्णमान कांहीं असलें तरी पाण्याच्या पृष्ठभागापासून सर्वदां वाफ अदृश्य रूपानें निघत असते. ही क्रिया पृथ्वीच्या पृष्ठभागीं सर्व ठिकाणीं ज्यास्त कमी चालते. बर्फाच्या ढिगांतून सुद्धां वाफ हवेंत जात असते. या कारणास्तव हवेंत ही वाफ ज्यास्त कमी नेहेमी जमते. जरी आपण पाण्याच्या पृष्ठभागापासून गेलेली वाफ प्रत्यक्ष पाहत नाहीं, तरी या क्रियेचे परिणाम आपण ढळढळीत पाहतों. ओलीं वस्त्रें व इतर आर्द्र पदार्थ वाळतात; तळीं, विहिरी, नद्या वगैरे आटतात; भांड्यांत पाणी घालून कांहीं दिवस ठेविलें, तर तें नाहींसें होतें. याप्रमाणें पाण्याच्या पृष्ठभागापासून हवेंत वाफ जाण्याचा क्रम सतत चाललेला आहे. जेव्हां पाण्याच्या पृष्ठभागावरील हवेच्या दाबापेक्षां पाण्याच्या वाफेचा जोर कमी असतो तेव्हां पाण्याच्या पृष्ठभागापासून वाफ निघते व या क्रियेस बाष्पोद्गमन असें म्हणतात. या कृतीनें

समुद्र, नद्या, तळीं वगैरेंच्या पाण्याचें शोधन स्वाभाविक रीत्या सतत चाललें आहे. जें उदक नद्यांतून समुद्रांत जातें, तें नकळत हवेंत वाफरूपानें जातें. ही वाफ प्रथमतः दिसत नाहीं. परंतु तीच वाफ हवेच्या वरील थंड प्रदेशीं गेली, म्हणजे थिजून तिचे दृश्य ढग बनतात. ते कांहीं विशेष कारणानें आणखी थंड झाले म्हणजे पर्जन्य, बर्फ, गारा इत्यादि रूपांनीं जमिनीवर पडतात. पर्वत वगैरे उंच प्रदेशांच्या दोहीं बाजूंनीं पाणी वाहत ओढ्यांत जातें. व हे ओढे नद्यांस व नद्या समुद्रांस मिळतात. व जें पाणी इतर ठिकाणीं जमिनीवर पडतें, तें जमिनींत जिरून सच्छिद्र भूमीमधून वाहात जाऊन, ज्या ठिकाणीं खडक किंवा घट्ट भूमी असल्या कारणानें पुढें मार्ग मिळत नाहीं, त्या स्थळीं त्याचा संचय होतो. तेथें बरेंच जमल्यार पुनः मार्ग मिळाला कीं वाहात वाहात झऱ्याच्या रूपानें कोठें तरी बाहेर पडतें. पाण्याच्या आंगीं द्रावक शक्ति मोठी असल्यामुळें तें सृष्टींत स्वच्छ व अमिश्र असें कधीं राहत नाहीं. यास्तव निरनिराळ्या ठिकाणच्या पाण्यांत पदार्थ कोणत्या प्रमाणानें मिसळलेले असतात, त्यामुळें त्यांचे आंगीं काय नवे धर्म येतात, व त्यांपैकीं प्राशनोपयोगी कोणतें व त्याची परीक्षा कशी करावी इत्यादिविषयीं थोडक्यांत सांगून पाण्याचा विषय आटपितों.

(१२५) **पर्जन्योदक**—पाण्याच्या द्रावक शक्तीमुळें पर्जन्याचें उदक सुद्धां अगदीं शुद्ध नसतें. पर्जन्य सुरू होऊन बरेच दिवस गेल्यावर वस्तीच्या ठिकाणांपासून लांब अंतरावर, उघड मैदानांत, उंच ठिकाणीं, जर पर्जन्याचें पाणी धरिलें तर तें बरेंच शुद्ध असतें. तरी त्यांत हवेंतील वायु थोडे बहुत मिश्र झालेले असतात. याहून शुद्ध पाणी दुसरें बर्फाशिवाय सृष्टींत आढळत नाहीं.

(१२६) **झऱ्याचें उदक**—पर्जन्य पृथ्वीच्या पृष्ठ भागावर पडल्या नंतर भूमीच्या ज्या प्रदेशांतून पाणी वहात जाईल त्या प्रदेशांतील द्रव्यें पाण्यांत विरघळतील. झऱ्याचें पाणी कितीही स्वच्छ दिसलें तरी त्यांत सर्वदां क्षार विरघळलेले असतात. झऱ्याचा उगम ज्या जातीच्या जमिनींतून किंवा खडकांतून असेल, त्या मानानें क्षारांचें प्रमाण भिन्न असेल. झऱ्याच्या पाण्यांत सोडिकक्लोराइड (मीठ) क्यालसिककार्बोनेट (खडू) आणि क्यालसिक सल्फेट हे क्षार व मग्नी-

सिक कार्बोनेट व सल्फेट या क्षारांचे कांहीं अंश बहुधां आढळतात. मोठमोठ्या शहरच्या विहिरींच्या पाण्यांत याशिवाय आणखी आमोनिया व सोडिअम आणि क्यालसिअम यांचे नैट्रेट व नैट्राइक हे पदार्थ असतात. घाणेरें पाणी व दुसऱ्या प्रकारचे जे प्राण्यांचे मल शहरच्या जमिनींत पसरतात, त्यांचा मंद रीतीनें आक्सिजनाशीं संयोग होऊन दुर्गंधयुक्त व दुष्ट असे पदार्थ उद्भवतात, व हे पाण्यांत मिसळिल्यानें तें पाणी अगदीं निरुपयोगी होतें. सर्व प्रकारच्या झऱ्यांच्या पाण्यांत सिलिकेचा अंश असतो. जर झरा खडकाळ किंवा घट्ट जमीन वगैरे अविद्राव्य द्रव्यांतून वहात येत असेल, तर त्यांत कमी क्षार असतात, व तें पाणी पिण्यास चांगलें असतें. यास्तवच शहरा बाहेर माळांत, म्हणजे खडकाळ प्रदेशांत, जे झरे असतात, त्यांचें पाणी गोड असून हितकारक असतें; व भुसभुशीत जमिनींत व शहरीं ज्या विहिरी असतात त्यांचें पाणी फार वाईट असतें. जर झरा, वाळू, खडे इत्यादि शोषक द्रव्यांतून वहात असेल तर त्याचें पाणी आयतेंच शुद्ध होऊन बाहेर पडतें, व तें पाणी फार हितकारक असतें. म्हणून ज्या नद्यांत पुष्कळ वाळू असते त्यांचें पाणी फार हलकें व आरोग्यकारक असतें. ज्या पाण्यांत कमी क्षार असतात तें फार हितकारक होय. जर एक क्वार्टभर पाण्यांत २० ग्रेनांहून ज्यास्त क्षार नसतील तर तें पाणी पिण्यास हरकत नाहीं. परंतु क्वार्ट पाण्यांत एक ग्रेन किंवा त्याहून कमी क्षार असतात असें पाणी पिण्यास फारच उत्कृष्ट व हितावह असें समजावें.

पाण्यांतील क्षारांचें प्रमाण काढण्याची रीति—पातळ एक चिनी मातीची बशी सुमारें ४० घन इंच पाणी राहण्याजोगी घ्यावी. ही बशी तराजूच्या एका पारड्यांत घालून दुसऱ्या पारड्यांत शिशाचे तुकडे घालून तराजू समतोल करावा. नंतर अच्छेर किंवा पावशेर पाणी घेऊन तें थोडथोडें बशींत घालून त्यास सूक्ष्म आंच द्यावी. याप्रमाणें सर्व पाणी उडून गेलें म्हणजे तळीं राहिलेले क्षार वाळवून वजन करावे. जेवढें वजन ज्यास्त भरेल तेवढ्या वजनाचे क्षार घेतलेल्या पाण्यांत होते असें समजावें.

पिण्यास व कारखान्यांत उपयोगास पाणी कोणतें चांगलें याची परीक्षा करण्यास याच रीतीनें पाण्यांतील क्षारांचें प्रमाण काढितात.

(१२७) नदीचें उदक—झऱ्याच्या पाण्यापेक्षां नदीच्या पाण्यांत थोडे क्षार असतात. तथापि तें कधीं कधीं पिण्याच्या कमी उपयोगीं असतें. कारण पर्जन्यानें जमिनीवरील सर्व प्राणिज व उद्भिजद्रव्यें नदींत जातात, व बहुधा गांवांतील घाणीचे नालेही नद्यांत सोडलेले असतात. या द्रव्याच्या योगानें पाणी फारच अपकारक होतें. परंतु जर नद्यांत नाले सोडलेले नसतील तर पर्जन्य पडून एक वार पूर येऊन गेला म्हणजे पुढें नदीचें वाहतें पाणी पिण्यास हितकारक असतें.

कारण, वाहते पाण्यांत जो आक्सिजन विरघळलेला असतो त्याच्या योगानें वाहत्या पाण्याच्या अंगीं शुद्ध होण्याचा विशेष धर्म येतो. उद्भिज द्रव्यें जीं पाण्यांत असतात तीं कार्बान, आक्सिजन आणि हैड्रोजन व थोडासा नैत्रोजन यांचीं मुख्यत्वें बनलेलीं असतात. प्राणिज द्रव्यांत पहिले तीन पदार्थ असून पुष्कळ नैत्रोजन असतो. यांशिवाय थोडासा गंधक व तज्जन्यसंयुक्त पदार्थही असतात. यास्तव हे पदार्थ कुजले म्हणजे फार दुर्गंध सुटतो. हे दुर्गंधी पदार्थ पाण्यांत विरघळून त्याबरोबर पोटांत गेले म्हणजे ते रोग उत्पन्न करितात पाण्यांत जो आक्सिजन विरघळलेला असतो तो हैड्रोजनाशीं संयोग पावून पाणी होतें, कार्बानाशीं संयोग पावून कार्बानिक आसिड होतें, आणि नैत्रोजनाचें नैत्रिक आसिड होतें. याप्रमाणें दुष्ट द्रव्यें वरचेवर नाहींशीं होतात. नदीचें पाणी सतत वाहत असतें, म्हणून नवनवें पाणी पृष्ठभागीं येऊन त्यांत नवा आक्सिजन हवेंतून विरघळतो. तेणेंकरून पाण्यांतील अपकारक द्रव्यांचें आक्सिडेशन सतत चालून पाणी चांगल्या स्थितींत राहतें, परंतु उपसा नसून फार दिवस सांठलेलें पाणी असलें म्हणजे त्यांत उद्भिज व प्राणिज पदार्थांचीं द्रव्यें अतिशय जमतात. तीं द्रव्यें कुजत असतां पाण्यांत विरघळलेल्या सर्व आक्सिजनास शोषून घेतात. नवा आक्सिजन पाण्यांत येण्यास मार्ग नसल्यानें अशा पाण्यास दुर्गंध सुटतो व तें पाणी पिणाऱ्यास रोग होतात. सच्छिद्र अशा जमिनींतून झऱ्याचें पाणी वाहात येतें, यामुळें त्याचें शोधन होतें, म्हणून वाहत्या झऱ्याचें पाणी पिण्यास उत्कृष्ट असतें.

नदीचें पाणी व सांचलेलें तळ्याचें पाणी, पुढील प्रकरणांत सांगितलेल्या रीतीनें कोळसे व वाळू यानें शुद्ध करून नंतर प्यावें. येणेंकरून पाण्यांत आगंतुक रीतीनें असलेलीं द्रव्यें नाहींशीं होतात, परंतु पाण्यांत विरघळून त्यांत भिनून गेलेले क्षार कमी होत नाहींत.

पाणी जें आपण पितों त्यांत प्राणिज व उद्भिज द्रव्यें फार आहेत कीं काय याची परीक्षा पाहणें असल्यास मापी शेरभर पाण्यांत अदमासें तीन गुंजा पोट्यासिक परम्यांग्नेट विरघळून द्रव करून ठेवावा. नंतर ज्या पाण्याची परीक्षा कर्तव्य असेल तें पाणी मापी अच्छेर, घेऊन त्यांत ४०:१ या प्रमाणानें जलमिश्रित गंधकाम्ल एक ड्राम घालावें आणि यांत एक दोन ड्राम परम्यांग्नेटाचा द्रव घालून न हालवितां पाणी तसेंच तीन तास ठेवावें; म्हणजे जर पाण्यांत सेंद्रिय द्रव्यांचा अंश असेल तर पाण्याचा जांभळा रंग जाऊन त्यास तांबडा किंवा तपकिरी रंग येईल, आणि जर रंग बदलणार नाहीं तर पाण्यांत उद्भिज किंवा प्राणिज द्रव्यें फार नाहींत व पिण्यास तें पाणी चांगलें असें समजावें.

(१२८) **खनिजोदक**—ज्या पाण्यांत इतर पदार्थ फार मिसळलेले असतात; व तेणेंकरून ज्याच्या आंगीं चमत्कारिक रुचि व कांहीं औषधीय गुण येतात त्यास खनिजोदक ही संज्ञा देतात. याचे प्रकार अनेक आहेत. ज्यांत लोहांश फार असतो त्यास 'लोहोदक' म्हणतात. हें पाणी जर कांहीं वेळ उघड्या हवेंत, ठेविलें तर त्यांतील लोखंडाच्या आक्साइडाचा तांबुस रंगाचा सांका खालीं बसतो. ज्यांत गंधक पुष्कळ असतो त्यास 'गंधकोदक' म्हणतात. हा गंधक बहुधा सल्फ्युरेड हैड्रोजन या रूपानें असतो. महाड, वजराबाई, राजापूर इत्यादि ठिकाणचीं उन्हाळीं गंधकोदकाचीं उदाहरणें होत. ज्यांत पुष्कळ कार्बानिक आसिड असंयुक्त स्थितींत असतें त्यास 'आम्लोदक' म्हणतात. ज्यांत क्षार फार असतात त्यांस 'क्षारोदक' ही संज्ञा देतात.

(१२९) **समुद्राचें पाणी**–समुद्राच्या पाण्यांत, मीठ, माग्नेशिअम आणि क्यालसिअम या धातूंचे क्लोराइड आणि सल्फेट हे पदार्थ विपुल असतात. याशिवाय आयोडाइड, ब्रोमाइड वगैरे क्षारांचे थोडथोडे अंश असतात. शेरभर पाण्यांत अदमासें तीन सवातीन तोळे क्षार असतात; त्यापैकीं अडीच तोळे मीठ असतें. समुद्रांत नद्यांच्या पाण्यांतून नाना-

विध पदार्थ हमेष जात आहेत, आणि समुद्राचें जें पाणी वाष्प रूपानें वर जातें तें सर्वदा शुद्ध असतें, म्हणून क्षारादि पदार्थांचा समुद्रांत मोठा सांठा जमावा, परंतु समुद्रांतील वनस्पती व मत्स्यादि जलचर आणि प्रवाळ, शिंपा, शंख इत्यादिकडे यांचा सतत व्यय होत असल्यामुळें व मनुष्यें व पक्षी लक्षावधी पदार्थ बाहेर नेत असल्यामुळें समुद्रामध्यें विशेष सांठा जमत नाहीं.

(१३०) तुरटी, मीठ, मोरचुद, पापडखार इत्यादि पदार्थ स्फटिकरूप असतात, परंतु यांस उष्णता लाविली तर त्यांतील पाणी सहज उडून जाऊन त्यांची भुकटी होते. ती भुकी पाण्यांत विरघळवून जर तें पाणी उघड्या हवेंत ठेविलें तर पुनः स्फटिक बनतात. हे स्फटिक उष्ण केल्यास यांतील पाणी जाऊन भुकी होते. ज्या पाण्याच्या योगानें कित्येक क्षारांस स्फटिकरूप प्राप्त होतें त्या पाण्यास 'स्फटिकीभवनाचें पाणी ' असें म्हणतात.

(१३१) ज्या पाण्यांत क्षार फार असतात व त्यामुळें त्यांत साबू फार विरघळत नाहीं, त्या पाण्यास जड किंवा कठीण पाणी म्हणतात. या पाण्यांत साबूचें चोथापाणी होतें. असें होण्याचें कारण हें आहे कीं, पाण्यांतील क्षार साबणांतील तेलकट द्रव्यांशीं संयोग पावून अविद्राव्य असे क्षार उत्पन्न होतात. या पाण्यांत साबणानें मळ निघत नाहीं व साबण फेंसाळतही नाहीं. ज्या पाण्यांत क्षारांश थोडे असतात व ज्यांत साबू सहज विरघळतो त्या पाण्यास हलकें किंवा मृदु पाणी असें म्हणतात. ह्या पाण्यानें साबू फेंसाळतो, म्हणून वस्त्रें या पाण्यांत साबणानें फार स्वच्छ निघतात व यांचा मळही जातो. जड पाण्यांत क्षारांश फार असल्यानें त्याला मिष्ट रुचि असते.

पाणी हें अगदीं न्युट्रल (उभय साधारण) आहे, म्हणजे ह्याच्या आंगीं आसिडाचे किंवा बेसांचे धर्म नाहींत, परंतु तें या दोहोंशीं संयोग पावतें, आणि जे संयुक्त पदार्थ उत्पन्न होतात त्यांस 'हैड्रेट्स् ' असें म्हणतात.

प्रकरण १४.

कार्बान (अंगार.)

चिन्ह—का; सं. प्र. १२; वि. गु. ३·३३ (हिऱ्याचें)

(१३२) **व्याप्ति**—सृष्टीमध्यें असंयुक्त स्थितींत कार्बान तीन रूपांनीं सांपडतो. हिरा, प्लंबेगो अथवा ग्राफाइट (शिसपेनेचा दगड), आणि आंथ्रेसैट.

असंयुक्त स्थितीपेक्षां संयुक्त स्थितींत कार्बान पुष्कळ सांपडतो. तो मुख्यत्वें आक्सिजन आणि हैड्रोजन यांशीं मिश्र झालेला पुष्कळ आढळतो. तो आक्सिजनाशीं संयुक्त होऊन कार्बानिक आसिडाच्या रूपानें वातावरणांत असतो. चुनखडे, खडू, संगमरवरी दगड, पोंवळीं इत्यादीमध्यें, शेंकडा ४० भागांहूनही अधिक कार्बान आहे. खनिज कोळशांचा मुख्य घटकावयव हैड्रोजन आणि कार्बान यांचा संयुक्त पदार्थ लैटकार्ब्युरेटेड हैड्रोजन हा आहे. प्राण्यांच्या शरीरांत व वनस्पतींत कार्बानाचा पुष्कळ अंश असतो.

कार्बानाच्या तीन जाती असंयुक्त स्थितींत सांपडतात त्या प्रत्येकीचे धर्म निरनिराळे आहेत.

(१३३) **हिरा**—हा शुद्ध कार्बान आहे. याचे स्फटिक सांपडतात. ते बहुधां रंगहीन असतात. कधीं कधीं एक पातळ अपारदर्शक कवच हिऱ्याच्या स्फटिकांवर असतें.

पाणी एकंस्थानीं कल्पिलें असतां हिऱ्याचें विशिष्ट गुरुत्व सुमारें ३ $\frac{१}{२}$ भरेल. हिरा हा सर्व पदार्थांपेक्षां अति कठीण आहे; म्हणून यास संस्कृत भाषेंत वज्र असें नांव दिलें आहे. ह्या धर्मामुळें तो कांच कापण्यास व कोरण्यास उपयोगी पडतो. हिरे साफ गुळगुळीत करण्यास व कापण्यास ही हिऱ्याच्याच पुडीचा उपयोग करतात. एक पदार्थ शिवाय करून इतर सर्व पदार्थांपेक्षां प्रकाशाचें वक्रीभवन करण्याची हिऱ्याच्या अंगीं मोठी शक्ति आहे. कसबी कारागिरांनीं घांसलेला हिरा सूर्याच्या किंवा दिव्याच्या समोर धरिला असतां तो फारच चकचकीत व लखलखीत दि-

सतो, व त्यांत अनेक प्रकारचे शोभायमान रंग चमकतात. उष्णता वाहक किंवा विद्युल्लता वाहक धर्म याचे अंगीं चांगले नाहींत. हिरा आक्सिजन वायूंत जळतो व त्या दोहोंचा एक संयुक्त पदार्थ कार्बानिक आसिड वायु उत्पन्न होतो.*

जसा निर्मळ पाण्याचा बिंदु असतो तसा हिरा पोटांत ढळढळीत दिसला तर तो चांगल्या प्रतीचा हिरा असें समजावें. उत्तम प्रतीचा जो हिरा आहे, तो सूर्याचे तापांत किंवा मुशींत तापवून, किंवा उष्णोदकांत गरम करून अथवा त्यावर कांच घांसून तापल्यावर सावलींत अगर गडद अंधारांत नेला, तर तेजस्वी व प्रकाशित दिसतो. हिऱ्यावर निरनिराळ्या तऱ्हेचे पैलू पाडून त्याचे अलंकार करितात.

विलायती लोक हिरा क्याराट वजनानें तोलितात. या देशांत रतीच्या वजनानें तोलितात. एक क्याराट म्हणजे आपल्या सुमारें दोन रती होतात. विनकांतीं व हिरा दर रतीस १० रुपयेप्रमाणें विकला जातो. कांतींव असला तर २० रुपये रतीस पडतात. हिऱ्याची किंमत करण्याचा जवाहिऱ्यांचा असा नियम आहे कीं, रतीच्या संख्येचा वर्ग करून त्यास रतीच्या किंमतीनें गुणतात.

हिरा हें विष नाहीं. हिऱ्याची आंगठी बोटांत ठेवून पुष्कळ लोक भोजन करितात. कदाचित् हिरा कोणी गिळला तर कांहीं इजा न करितां तो मलद्वारानें निघून जाईल. कारण तो इतका कठीण आहे कीं, त्यावर इतर पदार्थांचें कार्य सहसा घडत नाहीं. येवढेंच याचें भय असतें कीं, हिरा घोटींव व तासलेला नसून जर तसला पोटांत गेला तर तो आंतड्यास चिरून जखम करील. यावरूनच वेडे लोक हिऱ्यानें मनुष्य मरतो असें म्हणतात. हिऱ्यांच्या खाणींत काम करणारे मजूर घोळींव हिरा मिळाल्यास नेहेमीं गिळून जात असतात.

पृथ्वीच्या कवच्यामधील अति प्राचीन असे जे थर त्यांमध्यें हिरे सांपडतात. हिरे खाणींत व नदींत मिळतात. ते गारेच्या पोटांत आच्छादिलेले असतात. या देशांत पूर्वीं गोंवळकोंडा, विजापूर, बंगाल, आणि राउळकोंडें या ठिकाणीं पुष्कळ हिरे मिळत असत, परंतु हल्लीं

* हा प्रयोग प्रथम ल्यावोइझर यानें सन १७७५ सालीं करून हिरा कार्बन आहे हें सिद्ध केलें.

बोर्निओ, ब्रेझिल आणि केपकालनी या प्रदेशांत जे हिरे सांपडतात तेच बहुत करून सर्वत्र विकावयास जातात. हल्लीं हिंदुस्थानांत मछलीपट्टण आणि निजामाची हैदराबाद या ठिकाणीं एका प्रकारच्या वाळूच्या दगडांत हिरे सांपडतात. याच जागीं कोहीनूर नांवाचा हिरा सांपडला. सिलोन बेटांत व दुसऱ्या अनेक ठिकाणीं नाना प्रकारचीं रत्नें सांपडतात. परंतु तीं खऱ्या हिऱ्यांच्या वर्गांत येत नाहींत.

" पोर्तुगीज लोकांच्या म्हणजे फिरंगी लोकांच्या राजाच्या संग्रहास एक मोठा हिरा आहे. इतका मोठा हिरा सगळ्या पृथ्वींत दुसऱ्या ठिकाणीं नाहीं. हा हिरा ब्रेझिल म्हणून दक्षिण अमेरिका खंडांत देश आहे तेथें सांपडला. हा हिरा १६८० क्याराट् वजन आहे; व त्याची किंमत पांच कोटी रुपयांपेक्षां ज्यास्त आहे. हा रंगानें, रूपानें आणि शरीरानें निर्भेळ आहे. रूस देशच्या बादशहाजवळही एक हिरा आहे. त्याचें वजन १९५ क्याराट् आहे; व तो खबुतराच्या अंड्या येवढा मोठा आहे. ह्या हिऱ्याची मूळ कथा अशी सांगतात कीं, हा मुळीं ह्या आपल्या देशांत एका मूर्तीच्या डोळ्यांत बसविला होता. तो तेथून एका फरासिस शिपायानें चोरून नेला, व त्यास त्या रत्नाची किंमत ठाऊक नसल्यामुळें, त्यानें फार थोड्या किमतीस दुसऱ्या एका मनुष्यास विकला. पुढें तो एकापासून दुसऱ्याकडे ह्याप्रमाणें आणखी तीन मनुष्यांच्या हातीं गेला; व तिसऱ्यापासून रूस देशच्या राणीनें विकत घेतला. तिनें त्यास त्याचे ९००,००० रुपये रोख दिले व ४०००० रुपयांचे तहाहयात वर्षासन करून दिलें." (अनेकविद्यामूलतत्व.)

कोहीनूर या नांवाचा एक अप्रतिम हिरा इंग्लंड देशच्या राणीपाशीं आहे. कोहीनूर या फारशी शब्दाचा अर्थ 'प्रकाशपर्वत' असा आहे. पंजाब प्रांत सन १८५० सालीं खालसा केल्यावर इंग्रज लोकांनीं हा हिरा विलायतेस नेला. हा हिरा ४००० वर्षांपूर्वी सांपडला अशी दंतकथा आहे. परंतु इतकें खरें आहे कीं, इसवी सनाच्या पूर्वी ५० वर्षांपासून मुसलमान लोकांनीं हा देश काबीज करीपर्यंत, हा हिरा एका हिंदुराजापाशीं होता. **ट्याव्हरनिअर** या प्रसिद्ध गृहस्थानें सन १६६५ सालीं हा हिरा मोंगलाचे पातशहापाशीं पाहिला होता. याचें मूळ वजन ७९३ क्याराट् होतें. परंतु त्याचें हल्लीं सारें

१०३ $\frac{3}{4}$ क्याराट् वजन आहे. याचा मूळ आकार चतुष्कोण होता. प्रसंगवशात् फुटून त्याचे कोहीनूर, रूस देशाचा हिरा व डोरिआनूर (प्रकाशसागर) असे तीन तुकडे झाले. नादिरशहानें सन १७३९ सालीं दिल्ली शहर घेतलें, त्या वेळीं जी त्यानें लूट नेली त्याबरोबर कोहीनूर व डोरिआनूर हे हिरे नेले होते. (कुककृत रसायन शास्त्र) **हैडन** या नांवाच्या ग्रंथकारानें आपल्या कोशांत असें या हिऱ्याविषयीं लिहिलें आहे कीं, हा हिरा गोंवळकोंड्याच्या खाणींत सन १६५० सालीं सांपडला व त्याचें हल्लीं २७९ क्याराट् वजन आहे.

(१३४) **शिसपेनेचा दगड**—(प्लंबेगो, कृष्णवर्ण शिसें, ग्राफाइट्) हा पृथ्वीवर अनेक ठिकाणीं असंयुक्त स्थितींत सांपडतो. परंतु उत्कृष्ट जात, इंग्लंडांतील कंबरलंड प्रांतीं सांपडते. या देशांत जसे काळे दगड सांपडतात, तसा तेथें हा खनिज पदार्थ मिळतो. हल्लीं सिलोन बेटांत (लंकेंत) व सिबिरिया देशांत व अमेरिकेंत हा मिळूं लागला आहे. याचा रंग कधीं कधीं काळा कुळकुळीत असतो व कधीं कधीं धूसर रंगाचा दिसतो. यास धातू सारखी चकाकी असून हा कांहींसा शुद्ध शिशासारखा दिसतो. याचा तुकडा कागदावर ओढला असतां काळी रेघ उठते. म्हणून याच्या शिसपेनसली करितात. या खनिज पदार्थांत शिशाचा बिलकुल अंश नाहीं. यानें लोखंडी हत्यारें साफ व लख करितात. यंत्रांतील कोणतेही भाग जर एकमेकांवर घांसत असले, तर तीं ठिकाणें ही याच्या पुडीनें घांसून गुळगुळीत करितात. या खनिज पदार्थावर हवेचें कार्य होत नाहीं; याकरितां लोखंडी हत्यारें याच्या पुडीनें घांसलीं असतां त्यांवर जंग चढत नाहीं.

यामध्यें कांहीं लोखंडाचा अंश सांपडतो म्हणून कार्बनाचीही जात हिऱ्याइतकी शुद्ध व अमिश्र नाहीं. आणि जर या दोहों पदार्थांचा आक्सिजनाशीं संयोग होऊन कार्बानिक आसिड वायु उत्पन्न होत नसता, तर हे दोन्ही पदार्थ एकच जातीचे आहेत, याचा देखील निर्णय करितां आला नसता. शिसपेनेचा दगड चांगला उष्णवाहक व विद्युद्वाहक आहे; परंतु हिऱ्याचे आंगीं हा गुण मुळींच नाहीं.

(१३५) **आंथ्रासैट**—(कठीण दगडी कोळसा) ही एक खनिज कोळशाची जात आहे. परंतु यांत साधारण दगडी कोळशासारखे,

दगडफूल, शिलाजित वगैरे, कार्बान व हैड्रोजन यांचे झालेले संयुक्त दाह्यपदार्थ, मुळींच नसतात. वेल्स देशाचे दक्षिणभागीं हा पदार्थ साधारण खनिज कोळशाशीं मिसळलेला सांपडतो. तसेंच, पेनसिल्व्हानिआ (अमेरिका), रूसदेश आणि अयर्लंडदेश यांतही सांपडतो. यास खूब चकाकी असते. हा साधारण दगडी कोळशापेक्षां कठीण, पण त्याहून हलका असतो; याणें खनिज कोळशा इतका हात काळाही होत नाहीं. यामध्यें दाह्यद्रव्यें कमी असल्यामुळें हा लवकर पेटत नाहीं. परंतु याणें एकदां पेट घेतला, म्हणजे ज्वाला व धूर न निघतां उत्कृष्ट जळतो. हवेचा चांगला प्रवाह भटींत सोडून जाळला असतां, त्यापासून अतिशय उष्णता उत्पन्न होते, परंतु त्याचा चूर होऊन भट्टीच्या तोंडांत दट्टया बसून हवा येण्याचा मार्ग बंद होण्याचें मोठें भय असतें; म्हणून वाफेच्या यंत्रांत किंवा अशोधित लोखंडापासून शुद्ध लोखंड काढण्याच्या कारखान्यांत याचा उपयोग करीत नाहींत. परंतु अयर्लंड देशांत चुनखडे जाळण्याकरितां व साळी लोक धातु तावविण्याकरितां व कुंभार भांडीं जाळण्याकरितां वगैरे याचा उपयोग करितात.

कठीण खनिज कोळसा (आंथ्रासाईट) हा सिसपेनसलीच्या दगडाइतका शुद्ध कार्बान नसतो. त्याच्या शंभर भागांमध्यें निरनिराळे पदार्थ किती सांपडतात हें खालील कोष्टकांत दाखविलें आहे:——

कार्बान	९१.२०
हैड्रोजन	२.८३
आक्सिजन आणि नैत्रोजन	३.०३
राख	२.९४
	१००.००

(१३६) **खनिज कोळसा**—हा एक मिश्र कार्बानाचा प्रकार आहे. हा जमिनींत कित्येक ठिकाणीं सांपडतो. ह्याची मूळ उत्पत्ति वनस्पतींपासून आहे. परंतु याचें रूप व रचना ही लांकडापासून इतकीं भिन्न दिसण्याचें कारण हें कीं, उष्णता, आर्द्रता, आणि अति दाव, या संयुक्त कारणांनीं जमिनींत झाडें दडपून जाऊन, त्यांचें रूप व घटना हीं अगदीं बदलून जातात. ही क्रिया जसजशी कमज्यास्त चालेल, त्या मानानें दगडी कोळसे घट्ट किंवा ढिसूळ होतात. त्यांम-

ध्यें इतर वनस्पतिजन्य पदार्थांप्रमाणें, कार्बान, हैड्रोजन, आक्सिजन आणि थोडासा नैत्रोजन हे पदार्थ असतात. यांशिवाय झाडांच्या रसांमध्यें असणारे क्षारपदार्थही असतात. दगडी कोळसा उघड्या ठिकाणीं जाळला असतां, त्यांतील क्षारांश राखेच्या रूपानें अवशेष राहतात; आणि कार्बान व हैड्रोजन हे कार्बानिक आसिड वायु व पाण्याची वाफ या रूपानीं जातात.

(१३७) **कोक.**—कार्बानाच्या मुख्य कृत्रिम जाति कोक व कोळसा या आहेत. खनिज कोळसे लांबट लोखंडी पात्रांत घालून तोंड बंद करून त्यांस खूप आंच दिली आणि त्यांतील चपलद्रव्यें एका छिद्रावाटे जाऊं दिलीं, म्हणजे, त्यांतील वायुरूपी पदार्थ उडून जाऊन पात्रांत कार्बानाचा पुष्कळ अंश राहतो, त्यास कोक असें म्हणतात. चांगला जळाऊ व जड कोळसा असेल तर त्यापासून शेंकडा ७० भार कोक सांपडतें. जाळण्याच्या कामास, कोक दगडी कोळशांपेक्षां फारच उत्तम होय. याच्या ज्वलनापासून अत्यंत उष्णता उत्पन्न होऊन धूर मुळींच निघत नाहीं व आंभ्रासाइटासारखा चूर होऊन भट्टीच्या तोंडास दडुयाही बसत नाहीं. धुराच्या दिव्याच्या कारखान्यांत धूर प्रकाशाकरितां गेल्यावर बाकी शेष आयताच हा पदार्थ राहतो. याचा उपयोग एका प्रकारच्या विद्युच्चक्रांत (बयाटरींत) करितात.

(१३८) **लांकडी कोळसा.**—लांकडी कोळसा करण्याची शास्त्रीय रीत वरील कोक करण्याच्या रीतीसारखीच आहे. लांकडाचे तुकडे करून, ते ओतीव लोखंडी पंचपात्रांत घालून तोंड गच्च बंद करावें, आणि एका छिद्रावाटे त्यांतील उडून जाणारे पदार्थ जाऊं द्यावे. लोखंडी पात्राच्या सभोंवार पक्क्या विटांचें आवरण असावें, म्हणजे लोखंडी भांड्यास इजा होणार नाहीं. द्रव्यें वाफरूपानें उडून जाण्याचें बंद झालें म्हणजे विस्तवावरून भांडें खालीं काढून आपोआप, व आंत हवा न जाऊं देतां निवूं देतात. म्हणजे त्यांत लांकडांतील कार्बानाचा अंश शेष राहतो त्यास कोळसा म्हणतात.

ह्या देशांत व मुख्यत्वेंकरून ज्या देशांत लांकूड विपुल असतें तेथें कोळसे वरच्या बिकट रीतीनें करीत नाहींत. या देशांत रानांतच एक मोठासा खाडा खणून खालीं गवत, व वाळलेलीं बारीक लांकडें

वगैरे घालून, त्यांवर लांकडाचे तुकडे रचितात, आणि वर गवत, वाळ-
लेला पातेरा, काटक्या वगैरे घालून आग लावितात. हवा आंत जाऊं
नये म्हणून वर मातीचें आच्छादन घालितात. मातीस छिद्रें असल्या-
नें आंतील धूर मात्र बाहेर जातो. याप्रमाणें लांकडाची राशी लहान
मोठी असेल त्यामानानें ही क्रिया ज्यास्त कमी दिवस चालू दिली म्हण-
जे कोळसे तयार होतात.

युरोप व अमेरिका या खंडांत रानांत कोळसे करण्याची जी रीत
आहे ती याहून चांगली आहे. कारण वर सांगितलेल्या आमच्या रीतींत
खाड्यांत ज्वलन होण्यास हवेचा पुरवठा करण्याची कांहींच युक्ति केले-
ली नसते. तिकडे रानांत एक सपाट जागा पाहून एक मोठा सरळ
डांब रोवितात. त्याच्या सभोंवतीं वाळलेलीं कवळें हांतरतात. त्यांवर
लांकडाचे कंडके रचितात. मग यावर कोळशाची भुगटी, पातेरा,
गवत इत्यादि पसरून त्यावर मातीचें आच्छादन देतात. नंतर पेटले-
लीं कोलितें बुडाशीं, मुद्दाम याकरितां ठेविलेल्या, छिद्रांत खोपसून
पेटवितात. पुष्कळ धूर निघून आणि पाण्याचा अंश बहुतेक निघून
जाऊन सर्व राशीनें पेट घेतला, म्हणजे आणखी मातीनें ढीग दडपि-
तात. परंतु कांहीं जागीं भोंकें पाडून वरचेवर हवा लागेल तशी सोडि-
तात. याप्रमाणें सर्व ढीग जळून निवाला म्हणजे माती काढून कोळसे
काढून घेतात. या कृतींत बुडाशीं विस्तव प्रथम पेटविल्यानें एका
भागांत जीं लांकडें पेटतात तीं दुसऱ्या भागास सर्पणादाखल उपयोगीं
पडतात. लोखंडी पात्रांत तयार केलेल्या कोळशांपेक्षां यारीतीनें तयार केले-
ले कोळसे जाळण्यास फार उपयोगीं पडतात. हे ज्यास्त घन असून यांतच
पल म्हणजे उडणारीं द्रव्येंही नसतात; कारण यास पुष्कळ काळपर्यंत
कडक आंच दिली असते. जर ढिगाचा व्यास १३।१४ यार्ड असेल
तर सर्व कार्यास एक महिना लागतो. जलद ज्वलनापेक्षां सावकाश
ज्वलनानें चांगला कोळसा होतो. कोळशाचा आकार लांकडासारखा
असतो. कोळशाचें वजन लांकडाच्या $\frac{1}{4}$ असतें व आकारही $\frac{3}{4}$ असतो.
अनुभवावरून असें अनुमान निघालें आहे कीं, कोळसे करण्यास ओ-
ल्या लांकडांपेक्षां वाळलेलीं लांकडें घेतलीं असतां खर्च व वेळ थोडा
पुरतो. २०० भार ओलें लांकूड घेऊन त्यास २१२° उष्णमानावर

वाळविलें, तर ५७ भार कमी भरतें; आणि आणखी ९०° उष्णता लावल्यानें १० भार कमी भरतें. व बाकी ३३ भार वाळलेली लांकडें जाळून कोळसा केला तर २५ भार भरतो. परंतु जर प्रथम न वाळवितां एकदम आंच देऊन १०० भाराचा कोळसा केला तर सारा १४ भार मिळतो.

जाळण्याकरितां लांकडांचे कोळसे करण्याचा हेतु हा आहे कीं, त्यांतील पाण्याचा अंश व उडणारीं द्रव्यें निघून जावीं. कारण तसें न केल्यास, ज्वलन होत असतांही वाफ रूपानें उडून जातांना, पुष्कळ उष्णता अदृश्य रूपानें नेतात, व यामुळें जेवढी उष्णता मिळावी तितकी मिळत नाहीं. ज्वलनोपयोगी जो लांकडांतील कार्बानाचा अंश तो तर कोळशांत थोड्या जाग्यांत सर्व असतो. यास्तव सोनार, लोहार वगैरे धातूंच्या कामांत कोळशांचाच उपयोग करितात.

आतां अशी आशंका निघेल कीं, तर सैंपाक करणें, वगैरे कामांतही लांकडांच्या ऐवजीं कोळशांचाच उपयोग कां करीत नाहींत व कां करूं नये? कारण तेणेंकरून सर्पण रानांतून आणण्याचा पुष्कळ खर्च वांचेल. परंतु कोणत्या सर्पणाचा उपयोग केला असतां कमी खर्च लागेल याचा विचार करते समयीं, विवक्षित वजनाच्या सर्पणापासून एकंदर किती उष्णता उत्पन्न होईल, ऐवढेंच पाहून भागत नाहीं. सर्पण जळत असतां त्यांतून किरण रूपानें जी उष्णता विसर्जित होते, तिचा कित्येक प्रसंगीं मोठा उपयोग होतो; म्हणून याचाही विचार केला पाहिजे. जरी वायुरूप दाह्य पदार्थांच्या ज्योतीची उष्णता अत्यंत असते, तथापि त्यांच्या आंगीं किरणरूपानें उष्णता विसर्जन करण्याची शक्ति अगदीं कमी असते. परंतु ही शक्ति घनसर्पणाच्या ज्योतीच्या आंगीं अतिशय असते; कोळशासारखे ज्योतीशिवाय जळणाऱ्या पदार्थांच्या आंगीं ही शक्ति फारच कमी असते. म्हणून चूल अथवा भट्टी यांपासून कांहीं अंतरावर ठेवलेल्या पदार्थांस अत्यंत आंच देण्यास सज्योत जळणारेंच सर्पण पाहिजे. म्हणून लांकडांचाच अशा स्थलीं उपयोग करितात.

प्राणिज कोळसा—हा कोळसा करण्याची रीति, लांकडी कोळसा

करण्याची जी शास्त्रीय रीति सांगितली, तीच होय. तेथें लांकडांच्या ऐवजीं प्राणिज अस्थींचा उपयोग करावा.

(१३९) **धर्म**—लांकडी कोळसा ढिसूळ, काळा, व अत्यंत सच्छिद्र असतो. लांकडांतील पाण्याचा अंश व दुसरे चपल पदार्थ उडून गेल्यामुळें कोळसा फार सच्छिद्र होतो. या त्याच्या सच्छिद्रतेमुळें त्याचे आंगीं फारच व्यवहारोपयोगी, असे धर्म असतात. साधारण उष्णमानावर यास तीव्र रासायनिक व्यापार नाहींत. म्हणून आंतील बाजू भाजून करपविलेली आहे, अशा लांकडी पिपांत पाणी, दारू वगैरे कोणताही पदार्थ ठेविल्यास नासत नाहीं. याच्या सच्छिद्रतेमुळें वायुरूपी पदार्थ शोषून, आकुंचित स्थितींत धारण करण्याची मोठी शक्ति याचे आंगीं आहे. पदार्थ कुजला असतां त्यावर कोळशांचें आच्छादन ठेविलें कीं, त्यापासून दुर्गंध येत नाहीं. कुजण्याची क्रिया कोळसा बंद करीत नाहीं, पण कुजून जे दुर्गंधवायु उत्पन्न होतात, ते कोळसे शोषून घेतात. यास्तव जर कोठें दुर्गंध येत असेल, तर ती बंद करण्यास त्या स्थळीं जवळपास कोळशांच्या बुट्ट्या ठेवाव्या, किंवा कोळशाची पूड चहूंकडे टाकावी; कोळशाचे आंगीं हा अप्रतिम धर्म इतका आहे कीं, कोळसे तयार झाल्यावर जर उघड्या हवेंत कांहीं दिवस ठेविले, तर ते हवेंतील वायु शोषून घेऊन वजनाला अधिक भरतात. पाणी स्वच्छ व शुद्ध करण्याकरितां जे फिल्टर करितात, त्यांत कोळशाचा उपयोग करितात. येणेंकरून पाण्यांत विरघळून राहिलेले कित्येक वायु व दुर्गंध कोळसे शोषून घेतात, आणि शुद्ध पाणी खालीं पडतें. कोळशाचे आंगीं दुसरा, रंगीत पदार्थ शुभ्र करण्याचा जो धर्म आहे, तेणेंकरून फिल्टरांत अगदीं राड गढूळ पाणी जरी घातलें, तरी निवळ पाणी खालीं पडतें. उष्ण हवेंत राहणाऱ्या लोकांस तर या रीतीनें स्वच्छ व शुद्ध केलेलें पाणी पिणें फार अवश्य आहे. कारण उष्णतेनें सर्व पदार्थांचे रासायनिक व्यापार फार तीव्र राहून अनेक वायु उत्पन्न होतात. त्यांतील कित्येक पाण्यांत विरघळून राहतात. म्हणून ज्यास आयते तयार केलेले फिल्टर घेण्याची ताकत नसेल, त्याणीं खालीं लिहिल्याप्रमाणें फिल्टर (जलशोधक) गृहोपयोगाकरितां थोड्या खर्चांत तयार करावे.

दोन मातीच्या घागरी आणून त्यांस बुडाशीं बारीक भोंकें पाडावीं. नंतर बारीक खड्याची वाळू नदींतील आणून स्वच्छ धुवावी. वाळूंत मृत्तिकेचा फार अंश असतो; यासाठीं दहा बारा वेळ स्वच्छ धुणें अगदीं जरूर आहे. ताजे कोळसे दोन शेर वजन तयार करावे. चुलींतील निखारे पाण्यानें विझवून केलेले कोळसे उपयोगीं नाहींत. कारण कार्बानाचा बराच अंश जळून गेलेला असतो, व पाणी कोळशाच्या छिद्रांत पुष्कळ शिरतें. तसेंच असले व दुसरे रीतीनें केलेले कोळसे जर उघड्या हवेंत फार वेळ ठेविले असतील तर ते उपयोगीं नाहींत. मग प्रत्येक घागरींतील मापानें शेर दीड शेर स्वच्छ जाडी वाळू, व एक शेर वजन ताजे कोळसे घालावे. एक लहान हिराच्या तुकड्यास बोटभर चिंधी लावून हिराचा तुकडा बुडा जवळील भोंकांत आडवा ठेवावा, म्हणजे पाणी थेंब थेंब सहजरीतीनें खालचे भांड्यांतच गळेल. मग एका घागरींत पाणी घालून ती एका उंच चवकटीवर ठेवावी. तिच्या खालीं वाळू व कोळसे घालून तयार केलेली दुसरी ठेवावी. त्या दोहोंतून शुद्ध होऊन जें पाणी पडेल, तें एका स्वच्छ जस्ताच्या अगर कल्हई केलेल्या दुसऱ्या धातूच्या भांड्यांत धरावें. असें तयार केलेलें पाणी पिण्यास उत्कृष्ट व आरोग्यकारक असतें.

या कोळशाच्या अद्वितीय धर्मामुळें इंग्रजी वैद्य दवाखान्यांत प्रेतें कापतेसमयीं, व दुसऱ्या प्रकारच्या शस्त्रक्रिया करीत असतां, कोळशाच्या पुडीनें भरलेलीं भांडीं जवळ ठेवितात. तसेंच युरोपांत मोठमोठ्या शहरांतील घाण पाणी नेण्याच्या ज्या मोऱ्या, व जे नाले असतात, त्यांच्या तोंडाशीं कोळसे रचितात; त्यांवरून पाणी जाऊन त्यांतील दुर्गंध वायु कोळशांत सांचून राहतात. या देशांतीलही मोठमोठ्या शहरच्या म्युनिसिपालिट्यांकडून अशा तजविजी होतील, तर महत्सुखावह होणार आहे. मोऱ्यांतच नव्हे तर प्रत्येक शौचकुपांतही कोळशांच्या बुट्ट्या ठेविलेल्या असाव्या. ज्या कित्येक शहरांत घाण पाणी नेण्याच्या मोऱ्या नसतात, तेथें पाणी लहान लहान डबकांत अनेक स्थळीं सांचवितात. अशांच्या आसपास कोळशांपासून फार उपयोग होईल. तसेंच महामारी किंवा दुसऱ्या कोणत्याही रोगाची सांथ आली असेल तर तिचा दुष्ट घाणेच्या हवेशीं बराच संबंध असतो. याकरितां त्या

काळीं गृहामध्यें ताजे कोळसे जाळ्यांत घालून आपल्या बसण्याच्या व इतर खोल्यांत टांगून ठेवणें फार उपयोगी होईल. साथ आलेल्या गांवांत कधीं कधीं होळ्या जाळतात, त्यापेक्षां तेवढ्या खर्चांत कोळशांचे ढीग कित्येक मुख्य स्थळीं ठेविल्यास ज्यास्त उपयोग होईल.

शोषण करण्याची शक्ति निरनिराळ्या लांकडाचे कोळशांत भिन्न भिन्न असते. जसजसा कोळसा घन व छिद्रप्रचुर असेल त्याप्रमाणें त्याची शोषक शक्ति ज्यास्त असते. नारळाच्या नरटीच्या कोळशाच्या आंगीं ही शक्ति फार असते.

कोळशाची शोषक शक्ति सर्वकाळ सारखी राहत नाहीं. कोळशाच्या छिद्रांत आकुंचित स्थितींत जेवढे वायु राहूं शकतील, तेवढे शोषिल्यावर शोषण व्यापार बंद होतो. याकरितां कोळसे त्यांच्या शोषक शक्तीप्रमाणें महिन्यानें, दोन महिन्यांनीं, किंवा चार महिन्यांनीं बदलिले पाहिजेत. परंतु जुन्या कोळशांस पुनः पूर्ववत् उष्णता दिल्यानें सर्व वायु निघून जातात; व ते पूर्ववत् पुनः उपयोगी होतात.

(१४०) रंगीत पदार्थ शुभ्र करण्याचा धर्म लांकडी कोळशांहून प्राणिज कोळशांमध्यें विशेष तीव्र आहे. प्राणिज कोळसे, लांकडी कोळशांप्रमाणेंच लोखंडी पात्रांत, अस्थि (हाडें) घालून व त्यांतील चपल पदार्थ घालवून तयार करितात. प्राणिज कोळशांत क्यालसिअम फास्पेट या नांवाच्या पदार्थाचा बराच अंश कार्बानाशीं मिश्र झालेला असतो. यामुळें रंगीत द्रव शुभ्र करण्याची शक्ति याचे आंगीं विशेष असते. या धर्मामुळें प्राणिज कोळशांचा उपयोग गुळापासून शुभ्र पांढरी साखर करण्याकरितां करितात.

प्रयोग ५३—गुळाची शुद्ध साखर करणें झाल्यास गुळाचा पाण्यांत द्रव करून त्यांत अंड्यांतला पांढरा बील व चुन्याची निवळी घालून कढवावा. असें केल्यानें तो बील सांखळून जाळें बनतें; तें त्या गुळांतला मळ घेऊन तळीं बसतें; आणि वर स्वच्छ द्रव राहतो. हा शिर्का ऊन असतां त्यांत प्राणिज कोळशाची पूड मिसळून गाळावा, म्हणजे त्यांतील रंगीत पदार्थ जाऊन शिर्का अगदीं रंगहीन होतो. तो उथळ भांड्यांत आटविला म्हणजे पिठी साखरेचे

स्फटिक बनतात. फार सावकाश अगदीं हालूं देतां कमी उष्ण मानावर स्फटिकी भवन होऊं दिल्यास खडी साखर बनते.

प्रयोग ५४.—गुळापासून साखर करण्याची दुसरी रीत अशी आहे. गुळाचें पाणी २ किंवा ३ भाग, चुन्याची निवळी एक भाग आणि प्राणिज कोळशाची पूड शेंकडा ४ भाग अशीं एकत्र करून मोठ्या भांड्यांत तळाशीं पाण्याची वाफ सोडून उष्ण करावा. नंतर हा द्रव गाळला म्हणजे तांबुस रंगाचा स्वच्छ शिर्का खालीं पडतो. गाळण्याच्या चाळणींत फडकें हांतरून त्यावर प्राणिज कोळशाच्या पुडीचा थर फूट अर्ध फूट जाडीचा घालून त्यांतून वरील द्रव गाळावा म्हणजे तो अगदीं रंगहीन होऊन खालीं पडतो. मोठमोठ्या कारखान्यांत १२ पासून १४ फूट पर्यंत प्राणिज कोळशाच्या पुडीचा थर हातरतात. व काहिलींत किंवा हौदांत वाफ सोडून गुळाचा द्रव उष्ण कारितात. हा शिर्का आटविला व आटत असतां ढवळिला म्हणजे साखरेचे स्फटिक बनतात. मोठ्या कारखान्यांत निर्वातस्थळीं कमी उष्णमानावर शिर्का आटविण्याचीं यंत्रें असतात.

प्रयोग ५५.—हें प्रत्यक्ष पहाण्यास गुळाचें पाणी व निळे, काळे, तांबडे, असे रंगीत द्रव निरनिराळ्या लहान नळयां (टेस्टटयुब) मध्यें घालून व त्यांत प्राणिज कोळशाची पूड मिसळून, गाळण्याचे कागदांतून (फिल्टरपेपर) गाळावे म्हणजे गाळलेले द्रव शुद्ध पाण्यासारखे रंगहीन खालीं पडतील.

(१४१) **काजळ.**—हा एक कोळशाचाच भेद आहे. ज्वालाग्राही पदार्थांस फार हवा लागूं न देतां अर्धकच्चे जाळून जी मस उत्पन्न होते तें काजळ होय. ज्यांत हैद्रोजन व कार्बान पुष्कळ आहेत असे तेल, टार, राळ इत्यादि पदार्थ जाळून काजळ तयार करितात. तेलाच्या दिव्याचें काजळ शाईकरितां धरणें आम्हांमध्यें अगदीं साधारण आहे. प्रयोगाकरितां राळ जाळून काजळ धरावें.

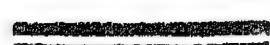
ज्योतींत हैद्रोजन आणि कार्बान उत्पन्न होतात, त्यांपैकीं हैद्रोजन सगळा जळून जातो. परंतु हवेंतून हवा तेवढा आक्सिजन, कार्बानास संयोग पावण्यास मिळत नाहीं, म्हणून त्याचा पुष्कळ अंश रजःकणरूपानें हवेच्या प्रवाहाबरोबर उडून जातो. तेव्हां तो एका थंड पात्रानें

अडविला असतां त्यावर काजळाचे थर जमतात व ते जाड झाले म्हणजे खरवडून घेतात.

अक्षयीं राहणारा असा काळा रंग तयार करण्यासाठीं कला कौशल्याचे कामांत काजळाचा उपयोग फार करितात. छापण्याची शाई, साबण, जवसाचें तेल, आणि काजळ असे तीन पदार्थ मिश्र करून करितात. ज्यास्थळीं दिवे जळतात अथवा चुली व भट्टया पेटतात, त्यांचे जवळपास भिंतींवर वगैरे जी काळी मस जमते ती काजळाचाच एक अशुद्ध प्रकार होय.

(१४२) कधीं कधीं असें होतें कीं, कोळशांचे ढीग आपोआप पेट घेतात. याचें कारण असें आहे कीं, कोळशांच्या छिद्रांत हवेंतील इतका आक्सिजन आकुंचित होऊन राहतो कीं त्या आकुंचनापासून पुष्कळ उष्णता बाहेर पडते आणि तिच्या योगानें कार्बान व आक्सिजन यांचा सावकाश संयोग होण्यास आरंभ होतो, आणि ज्वलनास पुरे इतकी उष्णता उत्पन्न होऊन ढिगाचा ढीग क्वचित् पेटतो.

कार्बान उष्णतेनें एकाएकीं उडून जात नाहीं. किंवा पाण्यांत विरघळत नाहीं. हवेंत किंवा आक्सिजनांत जळून कार्बानिक आसिड व कार्बानिक आकसाइड उत्पन्न होतात.



प्रकरण १५.

कार्बानिक आसिड वायु.

(अंगाराम्लवायु.)

(चिन्ह—का आ२; सं. प्र. ४४; वि. गु. १.५२९.)

(१४३) **व्याप्ति**—कार्बानिक आसिडवायु शुद्धावस्थेंत हवेमध्यें असतो. हा पाण्यांत विरलेला ज्यास्त कमी सर्वदां असतो. कित्येक ठिकाणचे पाण्यांत तर पुष्कळच असतो. ज्वालामुखी पर्वतांचे मुखांतून सर्वदां हा वायु पुष्कळ बाहेर पडतो. प्राणिमात्रांच्या श्वासोच्छ्वसनापासून हा वायु पुष्कळ उत्पन्न होतो. रात्रीं वनस्पतीपासून हा वायु निघतो. सर्पण वगैरे सर्व पदार्थांच्या ज्वलनापासूनही हा निघतो. आंबणारे द्रव, व कुजणारीं प्राणिज व उद्भिज द्रव्यें, यांजपासून उत्पन्न होतो. चुनखडे, संगमरवरी दगड, प्रवाळ, शिंपा, यांमध्येंही पुष्कळ असतो. सन १७५७ सालीं **ब्ल्याक** साहेबास या वायूचा प्रथम शोध लागला.

(१४४) **कृति**—कार्बोनेटे या संयुक्त पदार्थांत कार्बानिक आसिडवायु आयताच असतो. म्हणून कोणत्या तरी कार्बोनेटाचें कोणत्या तरी आसिडानें पृथक्करण करून हा वायु तयार करितात.

(१) संगमरवरी दगडाचे किंवा *खडूचे तुकडे घेऊन ते हैड्रोजन काढण्याच्या कुपींत घालावे. [आ० ६२ पहा] नंतर गळणीच्या नळीचें बूड पाण्यांत बुडे इतकें पाणी कुपींत घालावें. मग वायुवाहक नळी गच्च बसवून गळणींतून हैड्रोक्लोरिक आसिड थोडें थोडें वरचेवर ओतावें. म्हणजे कार्बानिक आसिड वायु मोकळेपणीं निघूं लागतो. संगमरवरी दगडांत किंवा खडूंत, चुना (क्यालसिअमाचा आक्साइड) आणि कार्बानिक आसिड हीं संयुक्त झालेलीं असतात. हैड्रोक्लोरिक आसिडांत हैड्रोजन व क्लोरीन असतात. या दोहोंचें पृथक्करण होतें, आणि आसिडांतील क्लोरीन चुन्यांतील क्यालसिअमाशीं संयोग पावून, क्लोराइड आफ क्यालसिअम हा पदार्थ बनतो. आसिडाचा दुसरा अवयव हैड्रोजन चुन्यां-

---

* संगमरवरी दगड आणि खडू हे चुन्याचे कार्बोनेट आहेत.

तील आक्सिजनाशीं संयोग पावून पाणी बनतें; आणि यांतच (पाण्यांत) कार्बोनेटांतील वेगळा झालेला कार्बानिक आसिड वायु विरघळतो. परंतु कार्बानिक आसिड वायु द्रव स्थितींत इतका अस्थीर असतो कीं, त्यांतील वायु फसफसून बाहेर निघतो आणि पाणी कुपींत राहतें. आसिड व कार्बोनेट यांचीं एकमेकांवर कसकशीं कार्यें होतात तें खालीं चिन्हांनीं दाखविलें आहे.

$$\text{क्या का आ}_{३}+२\text{है क्लो}==\text{क्या क्लो}_{२}+\text{है}_{२}\text{ का आ}_{३}==$$

$$=\text{क्या क्लो}_{२}+\text{है}_{२}\text{ आ}+\text{का आ}_{२}.$$

हा वायु पाण्यावर धरितां येत नाहीं. कारण पाण्यामध्यें हा फार शोषला जातो. म्हणून हा कोरडा आगंतुक रीतीनें कुप्यांमध्यें पुढें लिहिल्याप्रमाणें धरावा लागतो. वायुजनक कुपीच्या वाहक नळीस एक लांब नळी जोडून तीस दुसरी एक काटकोनाकृति नळी जोडावी.

ज्या कुपींत वायु धरणें असेल तींत नळी बुडापर्यंत घालून कुपीच्या तोंडावर एक जाडशी गंजीफा भोंक पाडून नळींतून बसवावी; म्हणजे हवेहून कार्बानिक आसिड जड असल्यामुळें बुडाशीं जाऊन हवेस वर लोटितो. याप्रमाणें हव्या असतील तितक्या कुप्या भराव्या. कुपी भरली कीं न भरली हें वायु रंगहीन असल्यानें आपोआप कळत नाहीं. म्हणून कुपीच्या तोंडाशीं पेटलेली बत्ती न्यावी. कार्बानिक आसिड तोंडाशीं असेल तर बत्ती विझेल. विझाली तर कुपी भरली असें समजावें.

याप्रमाणें कांहीं कुप्या भरल्यावर या वायूचे धर्म काय आहेत हें पाहण्याकरितां पुढील प्रयोग करावे.

(१४९) **धर्म**—कार्बानिक आसिड वायु हवेसारखा रंगहीन, व अदृश्य आहे. याचे अंगीं दुसरे कांहीं विशेष धर्म आहेत, तेणेंकरून हा हवेपासून सहज ओळखितां येतो.

प्रयोग ५६—ह्या वायूंत दिवा विझतो; या वायूनें भरलेली एक कुपी घेऊन, तिचें तोंड वर करून तींत पेटलेली बत्ती घालावी म्हणजे ती तात्काळ विझेल.

हा वायु हवेच्या दीडपट जड आहे. हवेचें विशिष्ट गुरुत्व एक

मानल्यास याचें वि. गु. १.५२ आहे. १०० घनइंच कार्बानिक आसिड ४७.२६ ग्रेन वजन भरतो.

प्रयोग ५७—पेटलेल्या बत्तीवर कार्बानिक आसिड ओतून याचें जडत्व सहज सिद्ध करितां येतें. एका रिकाम्या कुपींत जळती बत्ती धरून तीवर कार्बानिक आसिड वायूनें भरलेली कुपी, पाण्याची कुपी ओतितों त्याप्रमाणें, ओतावी. म्हणजे हा वायु जड असल्यामुळें हवेस वर लोटून खालीं जातो, आणि दिव्याला लागलीच विझवितो. आतां एका कुपींतील कार्बानिक आसिड दुसऱ्या कुपींत खरोखरी गेला किंवा नाहीं हें दुसऱ्या रीतीनें पाहूं. (आ. ६३ पहा.)

जींत पूर्वी कार्बानिक आसिड वायु होता तींत बत्ती घालून पहावी; तींत बत्ती जळेल, विझणार नाहीं. याकरितां यांत तो वायु खास नाहीं असें सिद्ध होतें. आतां जींत तो वायु ओतला तींत आहे कीं नाहीं हें पाहण्यास, तींत चुन्याची निवळी घालावी म्हणजे ती तात्काळ दुधासारखी पांढरी होईल आणि तींत तो वायु आहे असें सिद्ध होईल.

साधारण उष्णमानावर पाणी आपल्या आकारमाना इतका हा वायु शोषून घेतें. आणि जरी हा वायु दाबानें आकुंचित केलेला असला तरी पाण्याच्या शोषक शक्तीचें प्रमाण हेंच राहतें. परंतु हा दाब काढल्याबरोबर पाण्यास ऊत येऊन फाजील वायु उडून जातो. साधारण सोडावाटरामध्यें हा वायु दाबानेंच विरघळलेला असतो; म्हणून हें पाणी असलेल्या कुपीचें बूच काढतांच, फटकन् अवाज होऊन, पाण्यास ऊत येतो, व हा वायु पाण्यांतून फसफसून बाहेर पडतो. या पाण्यास मोठा रूचकर व किंचित् आंबट असा स्वाद असतो. पाण्याच्या शोषक धर्मामुळें सर्व जागच्या पाण्यांत हवेंतील थोडा बहुत कार्बानिक आसिडवायु विरघळलेला असतो. पाणी आधण येई पर्यंत तापविलें म्हणजे हा वायु निघून जातो. म्हणून तें पाणी थंड केलें म्हणजे बेचव लागतें.

(१४६) अधिक दाब उत्पन्न करून हा वायु आकुंचित कसा करितात व पाण्यांत कसा विरघळवितात, हें पुढील सोडावाटर करण्याच्या रीतीवरून स्पष्ट लक्षांत येईल.

प्रयोग ५८—सोडावाटर अथवा कार्बानिक आसिड मिश्रित पाणी करण्याची कृति—एक जाड व घट्ट अशी कुपी घेऊन तींत स्वच्छ पाणी

भरावें. वायुजनकें कुपींतून वायुपात्रांत या कुपींत अर्धी कुपी भरेपर्यंत कार्बानिक आसिड जाऊं द्यावा. मग बूच गच्च बसवून कुपी खूब हालवावी, म्हणजे तो सगळा वायु पाण्यांत विरघळून वरील भाग रिता पडेल. मग बूच काढून त्या पाण्यांत, कुपीच्या मानाप्रमाणें बायकार्बोनेट आफ सोडा घालून कुपी हालवून तो विरघळूं द्यावा. नंतर त्यांत सोड्याच्या निमे टारटेरिक आसिड किंवा साईट्रिक आसिड घालून, बूच गच्च बसवून लहान हातोड्यानें सडकून ठोकावें, आणि तारेनें घट्ट बांधावें. कार्बोनेट आफ सोड्याचा आसिडाशीं संयोग होऊन त्यांतील कार्बानिक आसिडवायु बाहेर पडतो. बूच फार गच्च बसविल्यानें बाहेर जाण्यास वाव नाहीं यामुळें जो कार्बानिक आसिडवायु उत्पन्न होतो तो अर्ध्या कुपींत आकुंचित होतो. म्हणून पाण्यांतही पुष्कळ विरघळतो. आसिड घातल्यावर आंत उत्पन्न झालेल्या वायूचा इतका जोर असतो कीं, बूच फटकन वर निघून डोळ्या तोंडावर ताडकन बसण्याचें भय असतें. म्हणून सोडावाटर पुष्कळ करण्याच्या कारखान्यांतून बूच बसविणारे तोंडावर तारांच्या जाळीचा टोप घालितात. मोठ्या कारखान्यांत हें पाणी तयार करण्याचीं यंत्रें असतात. बाजारांत ज्या सोडावाटरच्या कुप्या विकत मिळतात तेवढी कुपी तयार करण्यास ८ गुंजा बायकार्बोनेट आफ सोडा, आणि ५ गुंजा टार्टेरिक आसिड बस होईल. आसिडाच्या जागीं लिंबाच्या रसाचा उपयोग केल्यासही चालेल. १६ गुंजा बायकार्बोनेट सोडा व १० गुंजा टार्टेरिक आसिड घातल्यास याहून उत्कृष्ट पाणी तयार होतें.

हा वायु ज्या पाण्यांत विरघळलेला आहे त्या पाण्यांत निळा लिट-

---

* ही कुपी गृहोपयोगाकारिसां करणें झाल्यास पेपरमिंठाच्या वड्या ठेवलेल्या असतात तसल्या कुपीस एक बूच गच्च बसतें करून, त्यास दोन भोंकें पाडावीं; आणि त्यांत एक गळणीची व दुसरी वांकडी अशा दोन नळ्या गच्च बसवाव्या. कुपींत प्रथमतःच खडूचे पुष्कळ तुकडे घालून ठेवावे. म्हणजे बूच वरचेवर काढावें लागणार नाहीं. वांकडी नळी लहानच असून तीस रबराची दुसरी नळी बसविलेली असावी. येवढ्याच एकंदर खर्च ०।८ आण्याहून ज्यास्त येणार नाहीं. वायुपात्राच्या जागीं पातेल्याचा उपयोग करावा.

मस कागद टाकिला असतां तांबडा होतो. सदरील कागद वाळूं दिला म्हणजे पुनः तो पूर्ववत निळा होतो. यास्तव हें स्पष्ट आहे कीं, कार्बानिक आसिड वायु पाण्यांत विरघळला म्हणजे त्याचे आंगीं आसिडाचे धर्म येतात; जल मिश्रित कार्बानिक आसिडाची सारणी अशी होईल.

है२ आ+का आ२=है२ का आ३

प्रयोग ५९—या वायूच्या योगानें चुन्याची स्वच्छ निवळी दुधासारखी पांढरी होते. या वायूची परीक्षा करण्याचें हें मुख्य साधन आहे. कारण या वायूसारखे दुसऱ्या वायूंतही दिवे विझतात. परंतु चुन्याच्या निवळीस पांढरें करण्याचा धर्म, या व्यतिरिक्त दुसऱ्या वायूचे आंगीं नाहीं. याकरितां कोणत्याही मिश्रणांत हा वायु आहे किंवा नाहीं याची परीक्षा करण्यास चुन्याच्या निवळीचा उपयोग केला पाहिजे. या वायूनें भरलेली एक कुपी घेऊन तींत चुन्याची निवळी टाकावी, आणि कुपी प्रथम हळू आणि मग जोरानें हालवावी; म्हणजे लागलीच तात्काळ निवळी दुधासारखी पांढरी होते. याचें कारण असें आहे कीं, कार्बानिक आसिड वायु चुन्याच्या निवळींतील चुन्याशीं संयोग पावून, कार्बोनेट आफ कालसिअम (ज्यास आम्हीं खडू म्हणतों व ज्याचा उपयोग हा वायु तयार करण्यास केला) हा पदार्थ बनतो. हा पाण्यांत अद्राव्य असल्यामुळें पाणी दुधासारखें पांढरें दिसूं लागतें. परंतु तें पाणी तसेंच कांहीं वेळ खालीं ठेविलें असतां, सर्व अद्राव्य खडू तळीं बसतो आणि वर पाणी निवळ राहतें.

(१४७) प्राण्याचें श्वासोच्छ्वसन चालू ठेवण्याची या वायूच्या आंगीं शक्ति नाहीं. या वायूनें भरलेल्या कुपींत जर एकादा प्राणी टाकिला तर तो लागलाच मरतो. हैड्रोजन आणि नैत्रोजन यांमध्यें ज्या कारणानें दिव्याची ज्योत विझते, त्याच कारणानें कार्बानिक आसिड वायूंमध्यें विझत नाहीं. हैड्रोजन आणि नैत्रोजन यांमध्यें आक्सिजन मुळींच नसल्यामुळें ज्योत विझते; परंतु कार्बानिक आसिडामध्यें आक्सिजन पुष्कळ असून त्यामध्यें आणखी बराच शुद्ध आक्सिजन मिसळिला, तथापि त्यांत दिव्याची ज्योत विझते. प्राण्यांच्या जीवांवर जसा विषतु-

ल्य परिणाम या वायूचा होतो, त्याच प्रकारचा ज्वलन क्रियेवरही होतो. हवेमध्यें हा वायु जर शेंकडा चार पासून आठभाग पर्यंत असेल तर त्या हवेंत प्राणी वांचणार नाहींत. नुस्ता हा वायु घशांत गेला तर एकदम पेटका उठतो व तो वायु फुप्फुसांत जात नाहीं. साधारण हवेंत मिसळून पुष्कळ फुप्फुसांत गेला, तर गुंगी आणणाऱ्या विषासारखा शरीरावर याचा परिणाम होतो. प्राण्यांचें जीवन हा एक मंद ज्वलनाचाच प्रकार आहे. परंतु दिव्याची बत्ती त्वरित ज्वलनापासून उत्पन्न होते. म्हणून हवेंत शेंकडा चार आठ भाग कार्बानिक आसिड असला तरी बत्ती विझणार नाहीं. ती विझण्यास ज्यास्त प्रमाणानें हा वायु असला पाहिजे. हवेमध्यें शेंकडा १४ भाग हा वायु असला म्हणजे त्यामध्यें दहन क्रिया चालत नाहीं, व दिवाही विझतो जरी कार्बानिक आसिड वायूमध्यें, हवेमध्यें जितका आक्सिजन आहे तितका आक्सिजन मिसळिला तरी तसल्या कृत्रिम हवेमध्यें देखील प्राणी वांचणार नाहींत व दिवाही जळणार नाहीं, हें प्रत्यक्ष प्रयोगानें दाखविण्याकरितां एका कुपींत चार मापें कार्बानिक आसिड वायु व एक माप आक्सिजन अशीं मिसळावीं. आतां या कुपींत जर पेटलली बत्ती घातली तर ती विझते; व एकादा प्राणि टाकिला तर तोही तात्काळ मरतो. यास्तव हा वायु स्वतः दाह्य नसून यांत दहनक्रियाही चालत नाहीं असें म्हणतात. आतां हें म्हणणें जरी, साधारण लांकूड, कोळसा, तेल, मेणबत्ती इत्यादि दाह्य वस्तूंच्या संबंधानें खरें आहे, तथापि हें सर्वथैव खरें नाहीं हें पुढील प्रयोगावरून स्पष्ट होईल.

प्रयोग ६०.—मग्निशिअम धातूच्या तारेचा एक तुकडा घ्यावा. कार्बानिक आसिड वायूनें भरलेल्या कुपीस गच्च बसेल, असें बूच घेऊन त्यांत तो तारेचा तुकडा बसवावा. नंतर दिव्याच्या ज्योतीवर तार पेटवून कार्बानिक आसिड वायूच्या कुपींत घालावी. म्हणजे त्यांत तार न विझतां उत्कृष्ट जळते. याचें कारण असें असावें कीं, या तारेच्या ज्योतीच्या उष्णतेनें कार्बानिक आसिड वायूचें पृथक्करण होऊन कार्बान व आक्सिजन हे वेगळे होतात. व येणेंकरून त्या वायूचा दहन नाशक धर्म नाहींसा होतो. आक्सिजन मग्निशिअम धातूशीं संयोग पावून आक्साइड आफ मग्निशिअम हा पदार्थ बनतो आणि कार्बान निराळा

होतो. आतां या कुपींत थोडेंसें पाणी व थोडेंसें हैड्रोक्लोरिक आसिड हीं घालून, पाणी जर गाळलें तर गाळण्याच्या कागदावर कार्बनाचे कण स्पष्टपणें दिसतील. कारण कार्बन पाण्यांत विरघळत नाहीं.

(१४८) हैड्रोजन वायु दहन क्रिया नाशक आहे असें म्हणतात. तथापि हैड्रोजन वायूमध्यें आक्सिजनाची ज्योत जळते.* यावरून असें अनुमान निघतें कीं दहन क्रिया ही केवळ अन्योन्य संबंधी असून एका पदार्थावर दुसऱ्या पदार्थाचें रासायनिक कार्य होणें व त्यासमवेत उष्णता आणि प्रकाश यांची उत्पत्ति होणें ही होय. कार्बानिक आसिड वायु प्राण्यांची श्वासोच्छ्वसन क्रिया चालत असतां अतिशय बाहेर पडतो. प्राणी पोटांत आक्सिजन घेऊन, दुसऱ्या वायूनीं मिश्रित असा कार्बानिक आसिड वायु बाहेर टाकितात. या बाहेर टाकिलेल्या मिश्र वायूमध्यें शेंकडा चार भार कार्बानिक आसिड वायु असतो. हें प्रत्यक्ष प्रयोगानें सहज दाखवितां येतें.

प्रयोग ६१——चुन्याची निवळी या वायूची परीक्षा करण्याचें सर्व साधारण साधन आहे. निवळी एका थाटीमध्यें घेऊन एक बारीक नळी तोंडांत धरावी आणि नाकपुड्यांतून स्वच्छ हवा पोटांत घेऊन, नळीवाटे पोटांतील वाईट हवा त्या निवळींत फुंकावी, म्हणजे अल्पकाळांतच चुन्याची निवळी दुधासारखी पांढरी होते. चुन्याच्या निवळीस दुधासारखी गढूळ पांढरी करणें, हा कार्बानिक आसिडवायूचे अंगीं विशेष धर्म आहे. यास्तव प्राण्याचे पोटांतून जी हवा बाहेर जाते त्या हवेंत हा वायु पुष्कळ असतो आणि ही गोष्ट श्वासोच्छ्वसन करणाऱ्या सर्व प्राण्यांस लागू आहे.

---

* हा प्रयोग करणें असल्यास एक लांबट व मोठी अशी कांचेची कुपी हैड्रोजन वायूनें भरावी. नंतर ही कुपी पालथी करून तोंडाशीं बत्ती लावावी म्हणजे हैड्रोजन वायु पेटेल. नंतर या कुपीच्या तोंडास बसणाऱ्या बुचास एक लहानसा नळीचा तुकडा बसवून ती नळी रबराच्या नळीनें आक्सिजनानें भरलेल्या वायुधारकास जोडावी. आणि वायुधारकाची कळी फिरवून बुचांतील नळीच्या तुकड्यांतून आक्सिजन येऊं लागला म्हणजे तें बूच जळत्या हैड्रोजनाच्या कुपीच्या तोंडां बसवावें म्हणजे आक्सिजनाची ज्योत हैड्रोजन वायूंत जळत आहे असें दिसल. वस्तुतः ज्याठिकाणीं आक्सिजन मिळतो त्याठिकाणीं हैड्रोजनच जळत असतो. कारण हैड्रोजन आक्सिजनांत मात्र ज्वालाग्राही आहे.

(१४९) या कारणास्तव नाटकगृहांमध्यें, किंवा मोठमोठे समाज जमण्याच्या जागीं, किंवा जेथें मोठी आरास केलेली असते तेथें पुष्कळ मंडळी जमली म्हणजे श्वासोच्छ्वासाच्या योगानें व दिव्यांच्या योगानें कार्बानिक आसिडवायु फार उत्पन्न होतो; व त्यापासून व उष्ण झालेल्या हवेपासून पुष्कळ त्रास होतो, आणि तेथच्या मंडळीस गुदमरल्यासारखें होतें. याकरितां अशा स्थळीं दूषित हवा बाहेर जाण्यास व बाहेरील स्वच्छ हवा आंत येण्यास घरास खिडक्या झरूके वगैरे असणें फार अवश्य आहे. ज्या घरास किंवा खोलीस एकाच बाजूनें फक्त एकच खिडकी किंवा द्वार असेल, त्या स्थळांत हवेचा प्रवाह खेळणार नाहीं, व तेथील हवा स्वच्छ होणार नाहीं. या गोष्टीचें अज्ञान, निदान या देशांतील तरी प्राचीन काळचे लोकांत सर्व साधारण होतें असें दिसतें. कारण ज्या या देशांत फार प्राचीन इमारती आहेत त्या बांधणारांनीं या हवा शुद्ध करण्याच्या नियमाकडे दुर्लक्ष्य केलें असें स्पष्ट दिसतें. अशा कित्येक इमारती, मुख्यत्वें देवालयें आहेत कीं, त्यांतील अगदीं आंतील भागांत म्हणजे ज्या स्थळीं मूर्तीची स्थापना असते, तेथें सतत अंधार असून शुद्ध हवेचा प्रवेश कधींच होत नाहीं. यास्तव तेथें मनुष्य गेलें असतां त्यास गुदमरल्यासारखें वाटतें व दिवाही मंद जळतो- मोठमोठ्या वाड्यांत जी यजमानाची मुख्य बसण्याची किंवा निजण्याची जागा असते तिची दशा हीच. रोगी मनुष्यास तर अशा प्रतीची जागा आमचे लोक मुद्दाम पसंत करितात. अशा जागीं मनुष्यें वांचतात हें केवळ त्या स्थळीं वायूच्या अभिव्यापक शक्तीनें थोडीशी हवा शुद्ध मिसळते म्हणून होय. अद्याप या गोष्टीकडे नवीन घर बांधणारांचें लक्ष लागलें नाहीं ही आश्चर्याची व दुःखाची गोष्ट आहे. ज्या इमारती शिल्पशास्त्र व आरोग्यशास्त्र जाणत्या विद्वान कारागिरांच्या देखरेखीखालीं झाल्या आहेत, त्यांत याकडे विशेष लक्ष दिलें असतें. नवीन घरें बांधणारांनीं इकडे लक्ष द्यावें, अशी आमची त्यांस शिफारस आहे. कारण आतां गृहास छिद्रें ठेविल्यापासून घरें फोडून चोरी व लूट होण्याचें भय बहुतेक नाहींसें झालें आहे. चुली पेटविल्या म्हणजे हा वायु उत्पन्न होतो. तसेंच दिव्याच्या ज्योतीपासून उत्पन्न होतो. यामुळें कार्बानिक आसिडवायुमय धूर उत्पन्न होतो. त्यास घरांतून

बाहेर जाण्यास मार्ग केला नसला तर मनुष्याची प्रकृति बिघडते. ज्यांच्या घरांत पाटलेल्या खोलींत स्वयंपाक करण्याची वहिवाट असेल त्यांस याचा पुरा अनुभव आला असेल. आपल्या घरांस धुरांडीं म्हणून कोठें आढळणार नाहींत. हीं जर चुलीवर केलीं तर हा दुष्ट वायु निघून जाईल व प्रकृति बिघडणार नाहीं. इंग्लंडांत मोठमोठ्या नाटकगृहांत पुष्कळ हांड्या लाविल्यानें जो कार्बानिक आसिडवायु उत्पन्न होतो, त्यास बाहेर जाण्यास धुराड्यांसारखे छपरांत मार्ग केलेले असतात. त्यायोगानें जरी मोठा समाज जमला तरी हवा बिघडत नाहीं. अशी योजना आमच्या देशांत केल्यास मोठी हितावह होईल. याकरितां नवीन घर बांधणारांनीं चुलीवर धुरांडीं अवश्य बांधावीं; आणि कीर्तनें, पुराणें, सभा, व्याख्यानें, नाटकें इत्यादिकांकरितां ज्या जागा बांधणें त्यांस छपरांत वेंटिलेटर म्हणजे, वाईट हवा बाहेर जाण्याचे मार्ग करावे.

(१५०) जिलिबीचें पीठ जेव्हां आंबुस होतें तेव्हां त्यांतून कार्बानिक आसिडवायु उत्पन्न होतो. याप्रमाणें सर्व आंबणाऱ्या द्रवांपासूनही उत्पन्न होतो. अजीर्ण झालें असतां आंबट व कर्पट ढेकरा येऊन कोठ्यांतून जो वायु बाहेर पडतो तो हाच; पदार्थ जेव्हां खदखद होतो, तेव्हां हा वायु बहुत करून बाहेर पडतो. मेलेले प्राणी किंवा वृक्षादिक कुजूं लागले, म्हणजे हा वायु उत्पन्न होतो. रानांत किंवा बागांत झाडांवरून गळून पडलेलीं पानें पावसानें भिजलीं म्हणजे कुजूं लागतात. त्यांतून कार्बानिक आसिडवायु पुष्कळ उत्पन्न होऊन हवेंत मिसळतो. पृथ्वीच्या पोटांत, जे कुजण्याचे व दुसरे अनेक रसायनव्यापार चालतात त्यांपासूनही कार्बानिक आसिड वायु दुसरे वायूंनीं मिश्रित असा पुष्कळ निघतो. व हा हवेपेक्षां जड असल्यामुळें बराच वेळ खालीं राहतो. खोल जागीं हा वायु सर्वदां सांचतो. जुन्या विहिरींच्या किंवा पेवांच्या तळीं हा वायु जमतो. त्यांत जर प्राणी गेला तर लागलाच मरतो. याकरितां पुष्कळ दिवसांचीं पेवें जर उघडिलीं तर आंत अगोदर दिवा सोडितात, तो जर आंत जळत राहिला तर मग आंत उतरतात. नाहीं तर पेवें कांहीं दिवस उघडीं ठेवितात. यापेक्षां, चुन्याचे पाण्यानें भरलेली बशी आंत सोडितील, किंवा रसरशीत निखाऱ्यांच्या शेगड्या सोडितील, तर तेथील हवेचें

संशोधन तात्काळ होईल. तथापि जें लोक करितात तें बहुतेक सशास्त्र आहे. असो, या अनेक रीतींनीं पुष्कळ कार्बानिक आसिड वायु जमतो.

सर्व प्रकारच्या दहनास आक्सिजन वायु लागतो. सर्व प्राणी श्वासोच्छ्वासाबरोबर क्षणोक्षणीं आक्सिजन पोटांत घेतात. त्यामुळें हवेंत असलेला आक्सिजन एकसारखा खर्च होत आहे. बरें इतकेंच नाहीं; ज्यांत दहन व जीवन क्रियांस आक्सिजन फार खर्च होतो त्यांपासून दुष्ट कार्बानिक आसिड वायु सतत उत्पन्न होतो. याशिवाय पदार्थांचें कुजणें, आंबणें वगैरे अनेक रसायन व्यापारही, या घातुक वायूचे उत्पत्तीस साह्य करितात. यास्तव हवेंतील आक्सिजन नाहींसा होऊन दुष्ट कार्बानिक आसिड वायु विपूल मिसळून हवा बिघडण्याचें मोठें भय दिसतें. परंतु सृष्टिकर्त्याची दूरदृष्टि केवढी पहा! त्याणें वनस्पतींच्या आंगीं, या अपकारक वायूचें पृथक्करण करण्याची अनुपमेय शक्ति ठेवून वरचा अनर्थ होण्यास जागाच ठेविली नाहीं; कार्बान हा वनस्पतीचे जीवनास अवश्य आहे; आणि आक्सिजन प्राण्याचे जीवनास अवश्यक आहे. भूमंडळावरील या दोन जीवांस उपयुक्त असे जे हे दोन वायु त्यांचाच संयोग होऊन, दुष्ट कार्बानिक आसिड वायु पृथ्वीवर विपुल उत्पन्न होतो; यास्तव याचें जर सृष्टिक्रमांत आपोआप पृथक्करण होईल तरच उभय जीवांस हितावह होणार; म्हणून ही शक्ति झाडांचे पानांचे आंगीं ईश्वरानें ठेविली आहे. सूर्य प्रकाश असतां झाडांचीं पानें जो पृथ्वीवर अनेक रीतीनें कार्बानिक आसिड वायु उत्पन्न होतो; आणि कार्बान आणि आक्सिजन हे घटक वेगळे पाडतात. त्यांपैकीं आपणास हितावह जो कार्बान तो आपल्या पोषणासाठीं शोषून घेतात. आणि आक्सिजन टाकून देतात. तो पुनः हवेंत मिसळतो. याप्रमाणें या दुष्ट वायूचा संचय न होतां हितावह आक्सिजनाचा तोटा पडत नाहीं. कार्बानिक आसिडानें खराब झालेल्या हवेनें वनस्पतींचें पोषण होतें, आणि त्यांच्या पानांतून जो दिवसास आक्सिजन बाहेर पडतो तो हवेंत मिसळून त्याचे योगानें प्राण्यांचें जीवन होतें. ह्याप्रमाणें प्राणी आणि वनस्पती ह्यांच्या जीवनांचा परस्पर संबंध आहे, म्हणून ते परस्पर हितावह व अवश्यक आहेत. कार्बानिक आसिडाचें पृथक्करण

करण्याचा धर्म झाडांचे पानांचे आंगीं, सूर्यप्रकाशाचे अभावीं रात्रीं नसतो. रात्रीं वनस्पती उलटे कार्बानिक आसिड बाहेर टाकितात, आणि आक्सिजन शोषून घेतात, परंतु जितका दिवसास कार्बानिक आसिड वायु त्या शोषून घेतात, तितका रात्रीं बाहेर टाकीत नाहींत, व जितका आक्सिजन दिवसात बाहेर टाकितात तितका रात्रीं शोषून घेत नाहींत. कारण असें नसतें तर, वनस्पतींचे जीवनास अवश्यक असा जो कार्बान तो जितका दिवसास शोषून घेतात तितका रात्रीं बाहेर टाकितील तर त्यांचें पोषण होणार नाहीं. तसेंच आक्सिजन हा वनस्पतींस हितकारक नाहीं; म्हणून तो दिवसास त्या जितका बाहेर टाकितात तितका रात्रीं शोषून घेतील, तर तो अधिक होऊन त्यांचें पोषण होणार नाहीं. यास्तव कार्बान आणि आक्सिजन घेण्याचें आणि टाकण्याचें प्रमाण निराळें आहे यांत संशय नाहीं. हें प्रत्यक्ष पाहणें असल्यास पुढील प्रयोग करावे.

प्रयोग ६२—उभ्या हांडीसारख्या एका बाजूनें बंद अशा एका कांचेच्या पात्रांत पाणी भरून त्यामध्यें कार्बानिक आसिडाचा प्रवाह सोडून जितका हा वायु विरेल तितका विरघळूं द्यावा. आणि नंतर त्यांत कांहीं ताजीं पानें तोडून घालावीं आणि भांडें एका लहानशा पाण्यानें भरलेल्या बशींत उपडें करावें आणि सूर्यप्रकाशांत उघड्या जागीं ठेवावें. तें तसेंच अदमासें तीन चार तास राहूं दिलें म्हणजे पाण्यांतील कार्बानिक आसिड वायूचें पानें सूर्यप्रकाशाच्या योगानें पृथक्करण करितील. पृथक्करण होतांच त्यांतील कार्बान शोषून घेतील व आक्सिजन वेगळा पडेल. चार तासांनंतर हांडीच्या वरच्या बाजूस बराच आक्सिजन जमेल. तो एका लहानशा नळींत घेऊन त्यांत जर गुल असलेली काडी घातली तर ती पेट घेईल; यावरून तो आक्सिजन आहे अशी खात्री होईल. नुसत्या कार्बानिक आसिड वायूनें भरलेल्या पात्रांत पानें घातलीं तरी चालेल, पण तशानें पानें लवकर वावतात (आकृति ६४ पहा.)

प्रयोग ६३.—झाडाचीं पानें रात्रीं आक्सिजन शोषून घेतात, आणि कार्बानिक आसिड वायु बाहेर टाकितात हें पाहणें असल्यास, एक हांडी आक्सिजन वायूनें भरून तींत ताजीं पानें घालावीं आणि

ती एका पाण्याच्या बशींत रात्रीं पालथी ठेवावी. म्हणजे तीन चार तासांनीं हांडींतील सर्व आक्सिजन पानें शोषून घेऊन कार्बानिक आसिड वायु बाहेर टाकितील, व तो वायु हांडींत असेल. तींत चुन्याची निवळी घातल्यास ती गढूळ होईल, आणि त्यावरून खात्री होईल. रात्रीचे वेळीं पानें घालण्याचीं असल्यानें लवकर बावण्याचें भय नसतें, म्हणून नुसत्या आक्सिजनानें हांडी भरली तरी काम होतें.

रात्रीं वृक्षाखालीं निजूं नये किंवा राहूं नये अशी म्हण आहे ती खरी आहे. कारण रात्रीं वृक्षांच्या पानांतून प्राण्यास विषकारक असे वायु बाहेर पडतात, परंतु झाडें हवेची शुद्धी करितात, म्हणून आपल्या गृहासमीप लहानसा बाग बगीच्या असणें फार अवश्यक आहे. कारण जवळ झाडें असल्यानें अनेक रीतींनीं जो कार्बानिक आसिड वायु उत्पन्न होतो, त्याचें पृथक्करण होऊन हवेचें संशोधन होतें. तुळशीच्या झाडांच्या आंगीं हा धर्म विशेष आहे, असें कित्येकांचें म्हणणें आहे. व त्या झाडांतून हवेचा संशोधक ओझोन वायुही पुष्कळ निघतो असें म्हणतात. यास्तव घराजवळ तुळशीचीं झाडें लावण्याची चाल चांगली आहे. ज्या स्थळीं मोठमोठे मनुष्याचे समाज जमतात, त्या स्थळीं देखील लहान लहान कुंडया चहूंकडे ठेविल्या असतां कांहीं उपयोग होईल. प्रत्येक मनुष्यानें आपल्या राहण्याच्या ठिकाणानजीक कांहीं झाडें असण्याची तजवीज अवश्य करावी. चहों बाजूंनीं बाग आहे अशा घरांत राहणारांस किती सुख होत असतें हें बहुतेकांस माहीत आहे. देशांत जवळ जवळ घरें असून दाट वस्ती असते व झाडें गांवांत कमी असतात. परंतु कोंकणपट्टींत घरें व वस्ती पातळ आणि झाडें पुष्कळ म्हणून तिकडील हवा विशेष निरोगी असून आल्हादकारक असते.

(१९१) हा वायु बर्फाइतका थंड केला, आणि एका चौरस इंचावर २७० शेर याप्रमाणें जर यावर दाब ठेविला, तर हा प्रवाही होतो. आणि प्यारेनहीटच्या उष्ण मापकांत १८०° इतका थंड केल्यास तो थिजून घन पदार्थ होतो.

कार्बोनिक आक्साइड.

चिन्ह–काआ; सं. प्र. २८; वि. गु. ·९६७.

(१९२) कार्बोनिक आक्साइड सृष्टींत कोठें आढळत नाहीं. हा कृत्रिम पदार्थ आहे. याचा शोध प्रथम **प्रीस्ट्ली** साहेबास लागला.

कृति–कार्बोनिक आसिड वायूतून निम्मा आक्सिजन काढून घेऊन किंवा त्यांत आणखी आहे तितका कार्बान मिळवून हा वायु तयार करितात.

(१) $काआ_२ - आ = काआ$.

(२) $काआ_२ + का = २\ काआ$.

पहिल्या रीतीनें करणें झाल्यास लाल भडक तापविलेल्या लोखंडी नळींतून शुष्क कार्बोनिक आसिड वायूचा प्रवाह सोडावा. म्हणजे लोखंड त्यांतील निम्मा आक्सिजन शोषून घेतें व बाकी कार्बानिक आक्साइड बाहेर पडतो.

$४\ काआ_२ + लो_३ = लो_३आ_४ + ४\ काआ$.

दुसऱ्या रीतीनें करणें असल्यास लोखंडी नळींत लाल भडक कोळसे करून त्यांतून शुष्क कार्बोनिक आसिड वायूचा प्रवाह जाऊं द्यावा म्हणजे कोळसा त्यावरून जाणाऱ्या कार्बानिक आसिड वायूशीं संयोग पावून कार्बोनिक आक्साइड उत्पन्न होतो.

$काआ_२ + का = २\ काआ$.

प्रयोगार्थ हा वायु तयार करणें झाल्यास आक्झेलिक आसिड आणि सल्फ्युरिक आसिड यांपासून काढितात. एका फ्लास्कांत किंवा रिटार्टांत थोडेसें आक्झेलिक आसिड या नांवाच्या विषकारक पदार्थाचे स्पटिक घालून, त्यांत त्यांच्या दसपट वजनाचें सल्फ्युरिक आसिड मिळवावें. या मिश्रणास उष्ण केलें म्हणजे सल्फ्युरिक आसिड, आक्झेलिक आसिडांतील पाणी शोषून घेतें व बाकी कार्बानिक आसिड आणि कार्बानिक आक्साइड यांचें मिश्रण बाहेर पडतें. हें मिश्रण चुन्याच्या निवळींतून किंवा कास्टिक पोट्याशाच्या द्रव्यांतून जाऊं दिलें म्हणजे सर्व कार्बानिक आसिड शोषलें जाऊन शुद्ध कार्बोनिक आक्साइड बाहेर पडतो. (आ. ६५ पहा.)

आक्झेलिक आसिड. गंधकाम्ल.

$$का_२ है_२ आ_४ + है_२ गआ_४ = है_४ गआ_५ + का_२ आ_३;$$

$$का_२आ_३ = काआ_२ + काआ.$$

(१९२) **धर्म**—कार्बानिक आक्साइड हा रंग व गंधहीन वायु आहे. यापासून श्वासोच्छ्वासास सहाय्य न मिळतां, प्राण्यावर विषकारक परिणाम घडतात. यांत पेटलेली बत्ती घातली तर ती विझते. परंतु हा वायु हैड्रोजनासारखा स्वतः आक्सिजनाच्या सन्निध पेटतो. याची ज्योत निळ्या रंगाची असते. हा वायु व आक्सिजन हे जर समान आकाराचे मिश्र करून तें मिश्रण पेटविलें, तर मोठा अवाज होऊन ते संयोग पावतात आणि **का आ**$_२$ हा पदार्थ उत्पन्न होतो.

लोहाराच्या चुलणामध्यें, चुन्याच्या भट्ट्यांत व अशोधित धातु शुद्ध करण्याच्या भट्ट्यांत हा वायु पुष्कळ उत्पन्न होतो, आणि या वायूच्या ज्योतीच्या निळ्या रंगावरून अग्नि ज्यास्त झाला हें समजतें. हवा बुडाशीं भट्टींत शिरली म्हणजे त्यांतील आक्सिजन कोळशाशीं संयोग पावून कार्बानिक आसिड वायु उत्पन्न करितो. हा वायु वर निघत असतां वरील कोळशांच्या थरांतून जात असतो तेव्हां कोळसे त्यांतील निम्मा आक्सिजन शोषून घेतात. यामुळें कार्बानिक आक्साइड वायु बाकी राहतो. याप्रमाणें बनलेला आक्साइड पृष्ठभागीं आला म्हणजे पुनः हवेंतील आक्सिजनाशीं संयोग पावून कार्बानिक आसिडरूपानें निघून जातो. भट्टीच्या पृष्ठभागीं कधीं कधीं निळी ज्योत दिसते ती याच्याच ज्वलनापासून होय. याच प्रकारची क्रिया अशोधित धातु शुद्ध करण्याच्या भट्टींतही चालते. बुडाशीं भट्टींत हवा शिरली म्हणजे तींतील आक्सिजन कोळशाशीं संयोग पावून कार्बानिक आसिड वायु उत्पन्न होतो. व तीवरील लाल कोळशांतून जातांना वर सांगितल्याप्रमाणें त्यापासून त्याच्या दुप्पट कार्बानिक आक्साइड उत्पन्न होतो. हा आक्साइड लाल भडक झालेल्या अशोधित धातु (आक्साइडा) च्या तुकड्यांशीं मिळाला, म्हणजे त्यांतील आक्सिजन शोषून घेऊन पुनः त्याचा कार्बानिक आक्साइड बनतो. म्हणून धातूच्या शोधनास हा आक्साइड

मुख्य कारणीभूत होतो. यास्तव जर भट्टींत निळी ज्योत भट्टीवाल्यास दिसली तर तो एकदम अटकळ करितो कीं, कांहीं आक्साइड व्यर्थ जात आहे, व तो न जावा याकरितां भट्टींत आणखी अशोधित धातूचे तुकडे घालतो.

प्रकरण १६.

नैत्रोजन (सोराजनक.)

चिन्ह—नै; स. प्र. १४; वि० गु० ·९७२.

(१५४) **व्याप्ति**—पृथ्वी सभोंवतालच्या वातावरणांत नैत्रोजनवायु आकाराच्या मानानें ⅘, किंवा शेंकडा ७९ भाग आहे; आणि वजनाच्या मानानें शेंकडा ७७ भाग आहे. याशिवाय प्राणी व वनस्पति, आणि सोरा, नवसागर, खनिज कोळसे इत्यादि कित्येक खनिज पदार्थ यांत हा वायु आहे.

(१५५) **वृत्तांत—रुथरफर्ड** साहेबास सन १७७२ सालीं नैत्रोजन हा वायु वातावरणांत असून, दहन व जीवन क्रियांस अयोग्य आहे असा शोध लागला. सोऱ्या (नैटर) चा हा वायु एक घटकावयव आहे, म्हणून यास नैत्रोजन हें नांव (नैटर (सोरा) आणि जेनेओ (उत्पन्न करणें) म्हणजे सोरा उत्पन्न करणारा) दिलें आहे. **ल्याव्हाइझर** यानें एझोट (अजीव) हें नांव या वायूस दिलें आहे.

(१५६) **कृति**—(१) हवा हें आक्सिजन आणि नैत्रोजन या दोन वायूंचें मिश्रण आहे. म्हणून हवेंतील आक्सिजन कोणत्या तरी रीतीनें काढून घेतला, म्हणजे बाकी नैत्रोजन राहील. याकरितां ज्या पदार्थांची आक्सिजनाशीं विशेष प्रीति आहे, असा पदार्थ हवेंत कोंडून ठेविला, म्हणजे तो त्यांतील आक्सिजन शोषून घेईल; आणि नैत्रोजन मागें राहील. वायुपात्रांत पाण्यांत तरंगणाऱ्या अशा बुचाच्या तुकड्यावर, टिपण्याच्या कागदानें कोरडा केलेला फास्फरसाचा तुकडा ठेवून त्यावर हवेनें भरलेली एक मोठी हांडी, तोंड पाण्यांत बुडे अशा रीतीनें ठेवावी. म्हणजे फास्फरस हवेंतील आक्सिजनाशीं मंद रीतीनें संयोग पावूं लागेल. याप्रमाणें पांच सहा तास गेल्यावर, हांडींतल्या हवेंतील सर्व आक्सिजनाशीं, फास्फरस संयोग पावून, फास्फरस आसिड या नांवाचा संयोगी पदार्थ उत्पन्न होईल, व त्याच्या वाफांनीं सर्व ग्राहक भरेल. परंतु कांहीं वेळानें फास्फरस आसिड पाण्यांत विरघळेल, आणि हांडींत हवेंतील दुसरा वायु, नैत्रोजन, राहील. ही क्रिया अदमासें १४।१६ तास चालूं दिली तर शुद्ध नैत्रोजन प्राप्त होतो.

(२) याहून त्वरित रीतीनें नैत्रोजन तयार करणें झाल्यास, एका उंच निरांजनांत टिपण्याच्या कागदांत कोरडा केलेला, एक दोन वाटाण्याएवढा (ग्राहकाच्या अवकाशाप्रमाणें) फास्फरसाचा तुकडा ठेवून तो लोखंडाच्या लाल केलेल्या तारेनें पेटवावा, व तें निरांजन पाण्यानें भरलेल्या उथळ भांड्यांत ठेवावें, आणि त्यावर हवेनें भरलेला ग्राहक, कांठ पाण्यांत बुडे असा पालथा ठेवावा. (आ. ६६ पहा) म्हणजे थोड्या काळांत फास्फरस ग्राहकांतल्या हवेंतील आक्सिजनाशीं संयोग पावून निर्जल फास्फेरिक आसिडाच्या वाफांनीं ग्राहक भरेल. निर्जल फास्फेरिक आसिड पाण्यांत विरेल आणि ग्राहकांत नैत्रोजन मागें राहील. ग्राहकांतल्या हवेंतील जितका आक्सिजन कमी झाला तितकें पाणी ग्राहकांत चढेल. या रीतीनें तयार केलेला नैत्रोजन बराच शुद्ध असतो. हवेंतील कार्बानिक आसिडाचा अंश नाहींसा होऊन विशेष शुद्धता प्राप्त होण्यास्तव चुन्याच्या निवळींतून त्याचा प्रवाह जाऊं द्यावा. आतां प्रयोगासाठीं ग्राहकांतील नैत्रोजन, दुसऱ्या लहान कुप्यांत भरण्यास, ग्राहकाचे तोंडीं एक मोठी गळती पालथी बसवावी; आणि जी कुपी भरावयाची असेल ती पाण्यानें भरून गळतीच्या बारीक तोंडावर पाण्याखालीं धरावी. मग ग्राहक हळू हळू उताणा करूं लागावें. म्हणजे कुपींतील पाणी ग्राहकांत येऊन त्या कुपींत वायु जाईल. याप्रमाणें हव्या तेवढ्या कुप्या सोयीनें भराव्या. मात्र हें लक्षांत ठेवावें कीं, हें सर्व कृत्य पाण्याखालीं केलें पाहिजे. नाहीं तर नैत्रोजन हवेंत मिसळून नाहींसा होईल.

(३) फास्फरसाच्या ऐवजीं एका लहानशा कांचेच्या पेल्यांत थोडासा आल्कोहोल ग्राहकाखालीं पेटवूनही नैत्रोजन तयार करितां येतो. आल्कोहोलांतील कार्बान व हैद्रोजन ग्राहकांतल्या हवेंतील आक्सिजनाशीं संयोग पावून पाणी व कार्बानिक आसिड हीं उत्पन्न करितात. नंतर तीं पाण्याशीं मिळून जाऊन ग्राहकांत नैत्रोजन मात्र राहतो. या कृतींत कधीं कधीं ग्राहकांतील सर्व आक्सिजन संपण्यापूर्वीं आल्कोहोल विझण्याचें भय असतें. आल्कोहोल जळत असतां पाणी वर चढूं लागतें व ग्राहकाचा पांचवा हिस्सा तें चढतें. या प्रयोगांवरून हवेंतील आक्सिजन व नैत्रोजन यांचें परस्पर प्रमाण सांपडतें.

(४) कच्च्या मांसाचे तुकडे व नैत्रिक आसिड रिटार्टांत घालून मद्यार्कांच्या दिव्याची उष्णता लाविली म्हणजे, नैत्रोजन उत्पन्न होतो. परंतु या रीतीनें शुद्ध वायु मिळत नाहीं. ह्या प्रयोगावरून एवढी चांगली खात्री होते कीं, नैत्रोजन हा प्राणिज द्रव्यांचा प्रधान घटकावयव आहे.

(१५७) **धर्म**—नैत्रोजनवायु रंगहीन, पारदर्शक, रुचिहीन व गंधहीन आहे. या वायूच्या आंगीं कोणताही तीव्र धर्म नाहीं. व या धर्माभावावरूनच मात्र हा इतर वायूंपासून ओळखितां येतो. हा वायु स्वतः पेटत नाहीं; व ज्वलनासही साह्य करीत नाहीं. या वायूनें भरलेल्या कुपींत जर पेटलेली बत्ती घातली तर ती लागलीच विझते, व हैद्रोजनाप्रमाणें नैत्रोजन स्वतःही पेटत नाहीं.

या वायूनें भरलेल्या कुपींत चुन्याची निवळी घातली तर ती गढूळ होत नाहीं; नैत्रोजनाची कुपी नाकाजवळ नेली तर क्लोरीन वगैरे सारखा दुर्गंधही येत नाहीं. हा वायु जीव धारण करण्यासही उपयोगीं नाहीं. या वायूनें भरलेल्या कुपींत जर एखादा प्राणी घातला तर तो तात्काळ मरतो.

याचें कारण हेंच कीं, प्राण्याला अवश्य जो आक्सिजन तो सांपडत नाहीं. म्हणून अर्थात प्राणी पाण्यांत बुडाला, म्हणजे जसा श्वासोच्छ्वासास आक्सिजन न मिळाल्यामुळें मरतो, तद्वतच या वायूंत मरतो. तथापि नैत्रोजन वायूपासून कोणताही विषकारक परिणाम प्राण्यावर घडत नाहीं. श्वासोच्छ्वासाबरोबर जी हवा आपण पोटांत घेतों तींत $\frac{४}{५}$ नैत्रोजन वायु असंयुक्त स्थितींत असतो; तरी त्यापासून कांहीं इजा होत नाहीं.

हें मागें सांगितलेंच कीं शुद्ध आक्सिजनांत श्वासोच्छ्वसन व दहन या क्रिया फार त्वरेनें चालतात. म्हणून हवेंत नैत्रोजनासारखा निर्गुण वायु पुष्कळ मिसळलेला नसता तर दहन व जीवनव्यापार सावकाशपणें चालले नसते. हा वायु पाण्यांत फारच थोडा म्हणजे १००:१$\frac{१}{२}$ या प्रमाणानें विरघळतो. हा हवेपेक्षां किंचित् हलका आहे, परंतु हैद्रोजन वायूच्या १४ पट जड आहे. लिटमसाच्या निळ्या कागदावर याचें कोणतें कार्य घडत नाहीं. दुसऱ्या पदार्थांशीं सहजरीत्या संयोग

पावत नाहीं. सारांश या वायूप्रमाणें तीव्र धर्मभाव कोणत्याही एकाकी पदार्थांत आढळत नाहीं. म्हणून यास निर्गुण, अथवा निर्धर्म वायु म्हटलें असतां शोभेल. तथापि हा वायु सृष्टींत अतिशय पसरलेला असून फार उपयुक्त आहे. हा हवेंत पुष्कळ असल्यापासून किती उपयोग होतो हें वर सांगितलेंच. फार तीव्र व महत्वाच्या अशा बहुतेक संयुक्त पदार्थांत तर हा वायु असतोच. उहाहरण, नैत्रिक आसिड, आमोनिया, *अक्काफार्टिस इत्यादि. वनस्पति व प्राणी यांचा हा वायु एक अवश्य घटक आहे. जलाल विषें व उपयुक्त औषधी यांचा हा घटक आहे. उदाहरण, प्रुसिक आसिड, स्ट्रिक्निआ, अफू, कोईनेल, इत्यादि. हितकारक पोषक अशा खाद्य पदार्थांतही हा वायु असतो. उदाहरण, भाकर, दूध, मांस, चहा, काफी इत्यादि. ज्या पदार्थांत नैत्रोजन कमी असतो ते पदार्थ फार पौष्टिक असत नाहींत.

---

* नैत्रिक व हैद्रोक्लोरिक या दोहों आसिडांच्या मिश्रणापासून होतें व यांतच आत्र सोनें, प्लाटिनम् वगैरे उंच धातु विरघळतात. इतर आसिडांत या विरघळत नाहींत.

प्रकरण १७.

वातावरण.

(२५८) पृथ्वीच्या गोलासभोंवतीं जें वायूचें वेष्टन आहे त्यास वातावरण असें म्हणतात. हा पदार्थ मूलतत्व म्हणजे एकाकी नाहीं. रसायनरीत्या संयोग होऊनही झालेला हा पदार्थ नव्हे. तर हा वायु, आक्सिजन, नैत्रोजन व दुसरे कांहीं पदार्थ यांचें, डाळ व तांदूळ यांचें जसें मिश्रण असतें, तशा प्रकारचें मिश्रण आहे. प्राचीन काळीं हवा हें एक मूलतत्व आहे असें मानीत असत. अर्वाचीन रसायनवेत्त्यांनीं हा पदार्थ संयुक्त आहे असें सिद्ध केलें आहे. **ल्याव्हाइझर** यानें हवेच्या वरच्या घटनेचा शोध प्रथम लाविला. जरी हवा पुष्कळ पदार्थांचें केवळ मिश्रण होऊन बनलेली आहे, तथापि हवेचे मुख्य घटकावयव आक्सिजन व नैत्रोजन हे आहेत. हवेच्या प्रत्येक कणांत चार हिस्से नैत्रोजन व एक हिस्सा आक्सिजन असे असतात. हें प्रमाण प्रथम **रेग्नाल्ट** या नांवाच्या **फ्रान्स** देशांतील विद्वानानें प्रत्यक्ष प्रयोगाधारें बसविलें. यानें, अतिशय बारकाईनें व काळजीनें जे अनेक प्रयोग या प्रीत्यर्थ करून हवेचें पृथक्करण केलें, त्याची सरासरी घेतां, हवेच्या प्रधान घटकावयवांचें प्रमाण दर १०० भाग हवेंत पुढें लिहिल्याप्रमाणें आहे.

	मापानें	वजनानें.
नैत्रोजन	७९.०७	७६.८७
आक्सिजन	२०.९३	२३.१३

अथवा ध्यानांत ठेवण्यास सुलभ असें ठोकळ प्रमाण पुढील आहे.

	मापानें	वजनानें.
नैत्रोजन	७९	७७
आक्सिजन	२१	२३

(२५९) दुसरे जे कित्येक वायुरूपी पदार्थ हवेंत आहेत त्यांचें अस्तित्व प्रत्यक्ष प्रयोगानें स्थापित केलें आहे. ते आकारमानानें पुढील प्रमाणानें हवेंत आहेत.

कार्बानिक आसिड———सुमारें ४ भाग १०,००० भागांत, किंवा शेंकडा ·०४

आर्द्रता———उष्णमानाच्या अनुरोधानें ज्यास्त कमी असते.

आमोनिया———सूक्ष्म.

या तिहींसुद्धां हवेच्या घटकावयवांचें प्रमाण पुढें दिलें आहे.

नैत्रोजन—७८

आक्सिजन—२०·७

आर्द्रता—१·२५

कार्बानिक आसिड—०·०४

आमोनिया—सूक्ष्म.

या घटकावयवांचें मिश्रण सर्व ठिकाणीं सारखें आहे. २१००० फूट उंचीवरची हवा, व जमिनीवरची हवा, ह्या ताडून पाहिल्या तर त्यांतील वायूंचें प्रमाण तिळमात्र भिन्न आढळत नाहीं. वजनानें किंवा आकारमानानें प्रमाण सारखें असतें, इतकेंच नाहीं तर प्रत्येक घटकावयवाचे गुणही सारखे असतात. यांचीं कारणें अनेक आहेत. एक तर उष्ण झालेल्या वायूंचे प्रवाह सर्वकाळ उंच प्रदेशीं व वरील थंड हवेचे प्रवाह नीच प्रदेशीं जाण्या येण्याचा क्रम सर्वदां चालला आहे. प्राणी व वनस्पती यांचे जे रसायनव्यापार एकमेकांवर होतात, तेही समतोलता ठेवण्यास कांहीं कारणीभूत होतात. सर्वांत मुख्य कारण वायूंची अभिव्याप्ति, म्हणजे सर्व ठिकाणीं सारख्या प्रमाणानें पसरून राहण्याची शक्ति होय.

(१६०) हवा प्राणिज व उद्भिज जीवांस अवश्यक आहे. हवेचे घटकावयव दोन प्रकारचे आहेत; (१) प्राण्यांचे जीवनास अवश्यक (२) वनस्पतींचे जीवनास अवश्यक.

पहिल्या प्रकारचे आक्सिजन आणि नैत्रोजन, व दुसऱ्या प्रकारचे आर्द्रता, कार्बानिक आसिड, आणि आमोनिया हे होत. तथापि हवेंतील आर्द्रता ही उद्भिज्जांस, तशीच प्राण्यांसही अवश्य आहे. हवेचे घटकावयव प्राणी व वनस्पति यांच्या जीवनास कसकसे उपयोगीं पडतात हें सांगण्यापूर्वीं, हवेचे वर सांगितले तेच घटकावयव, त्याच प्रमाणानें आहेत, हें प्रत्यक्ष प्रयोगरीत्या कसें पहावें हें प्रथम सांगतों.

आक्सिजन आणि नैत्रोजन यांचें प्रमाण सहज रीतीनें दाखवितां येतें. परंतु दुसरे तीन घटकावयव फारच सूक्ष्म प्रमाणानें आहेत, म्हणून त्यांचें प्रमाण स्थूलमानाच्या प्रयोगांत बरोबर दाखवितां येणार नाहीं. तथापि तें पाहण्याचे प्रकार पुढें सांगितले आहेत.

ज्वलनास व जीवनास आक्सिजन अगदीं अवश्यक आहे हें मागें सांगितलेंच आहे. हवेंत या दोन्ही क्रिया चालतात, यावरून आक्सिजन हा हवेचा एक घटकावयव आहे हें स्पष्ट आहे. याशिवाय हवेंत ज्वालाग्राही पदार्थ जाळले असतां, त्यांपासून आक्साइड उत्पन्न होतात. जसें हैद्रोजन हवेंत जाळला असतां पाणी (हैद्रोजनाचा आक्साइड) उत्पन्न होतें. हें हवेंत आक्सिजन असल्याचें दुसरें प्रमाण होय.

हवेचा थोडासा भाग एकाद्या पात्रांत पाण्यावर कोंडून, त्यांत एकादा पदार्थ जाळला (नैत्रोजन करते वेळीं फास्फरस जाळला तसा) तर मागें जो वायु राहतो तो नैत्रोजन असें नैत्रोजनाच्या प्रयोगांत दाखविलेंच आहे. आतां हवेंत आक्सिजन व नैत्रोजन हे कोणत्या प्रमाणानें आहेत हें मात्र बरोबर समजलें नाहीं. तें युडिआमेटर या नांवाच्या यंत्रानें काढितां येतें. हें काढण्याच्या कांहीं मुख्य क्रिया सांगतों.

प्रयोग ६४–या प्रयोगास, डाक्टर युर साहेबांचें युडियँमिटर हें यंत्र फार सोयीचें आहे. तें एका वांकड्या नळीचें असून एक तोंड बंद असतें, व त्याच ठिकाणीं प्लाटिनम धातूच्या तारेचे दोन तुकडे गच्च बसविलेले असतात. (आ० ६७ पहा) ही नळी प्रथमतः पाण्यानें भरून नळींत थोडीशी हवा शिरण्यापुरतें पाणी बाहेर ओतावें व ती हवा नळीच्या बंद असलेल्या भागांत हालवून घालवावी. नंतर नळीच्या दोन्ही भागांतील पाणी, समपातळीवर आणून किती अंश हवा आहे तें मोजावें. जितके अंश नळीवर पाडलेले असतील त्या मानानें १००:६६ या प्रमाणाहून ज्यास्त हवा असूं नये. ही हवा अ भाग आहे असें कल्पूं. आतां नळीचें उघडें तोंड पुनः पाण्यानें भरून वायुपात्रांतील पाण्यामध्यें नळी पालथी करावी आणि हैद्रोजनवायु नळींत घ्यावा. जितकी हवा नळींत असेल त्याच्या निम्मेहून हा वायु कमी

* या शब्दाचा अर्थ "हवेचा चांगुलपणा मापक" असा आहे. हवेंत आक्सिजन ज्यास्त कमी असेल त्याप्रमाणें तीस चांगली किंवा वाईट म्हणतात.

नसावा. नळीचें तोंड आंगठ्यानें गच्च धरून हैद्रोजन नळीच्या बंद भागांत नळी वाकडी करून घालवावा. नंतर पुनः नळीच्या दोन्ही भागांत पाणी समपातळीवर आणून किती एकंदर वायु आहे तें पाहावें. एकंदर **ब** अंश आहे असें कल्पूं. मग उघड्या तोंडानें नळींत पुनः पाणी भरून तोंड आंगठ्यानें दाबून धरावें, आणि विजेची ठिणगी प्लाटिनमच्या तारांतून सोडावी. म्हणजे अवाज होऊन नळींतील मिश्र वायूचें आकारमान थोडेंसें कमी होईल; आणि त्याच्या जागीं पाणी चढेल. मग दोहों भागांत पाणी समपातळीवर आणून वायु किती राहिला आहे तें पाहावें. तो **क** अंश आहे असें समजूं.

आम्हीं हें पूर्वीं पाहिलेंच आहे कीं, हैद्रोजन आणि आक्सिजन यांचें मिश्रण या रीतीनें विजेच्या ठिणगीनें जाळिलें म्हणजे, दोन भाग हैद्रोजन व एक भाग आक्सिजन यांचा संयोग होऊन पाणी होतें. म्हणजे मिश्रणांतून जितक्या आकारमानाचा वायु एकंदर अदृश्य होतो त्याचा $\frac{१}{३}$ आक्सिजन असतो. यास्तव प्रस्तुत प्रयोगांत (**ब–क**) इतका वायु अदृश्य झाला आहे. म्हणून $\frac{ब-क}{३}$ इतका आक्सिजनवायु **अ** भाग हवेंत असावा हें सिद्ध आहे. म्हणजे हवेंत $\frac{१}{५}$ आक्सिजनवायु आहे, हें पुढील कोष्टकावरून ज्यास्त स्पष्ट दिसून येईल.

नळींत घातलेली हवा..	६०.
नळींत घेतलेला हैद्रोजन	४०.
हवा आणि हैद्रोजन मिळून	१००.

संयोग झाल्यानंतर राहिलेलें मिश्रण ६४ भाग असतें. म्हणून विजेच्या ठिणगीनें ३६ भाग वायूंचा संयोग झाला. यास्तव $\frac{३६}{३}$=१२ इतका आक्सिजन ६० भाग हवेंत होता. नैत्रोजनाचें प्रमाण पुढील रीतीनें बरेंच बरोबर काढितां येतें. हवेंत नैत्रोजनवायु किती आहे हें पाहणें झाल्यास पुढील रीतीनें पाहावें.

प्रयोग ६५—एक सरळ व भाग पाडलेली नळी घेऊन, ती पाण्यानें भरून, तींत विवक्षित भाग हवा घ्यावी. आणि नळी पाण्यावर पालथी करावी. २० भाग हवा तींत घेतली असें कल्पूं. नंतर एक फास्फरसाचा लहानसा तुकडा एका लोखंडी तारेस टोंचून नळींत

पाण्यावर कोंडलेल्या हवेंत सारावा; आणि नळी पाण्यावर तशीच उभी १०।१२ तास न हालूं देतां ठेवावी. (आ. ६८ पहा.) म्हणजे फास्फरस जरी न पेटला, तरी तो हवेंतल्या आक्सिजनाशीं हळू हळू संयुक्त होऊन धुरासारखें एक प्रकारचें आसिड (फास्फेरिक आसिड) उत्पन्न करील व तें आसिड पाण्यांत विरघळेल. वर सांगितल्या वेळानंतर नळींतला तो फास्फरसाचा तुकडा जपून काढून घ्यावा, आणि वायु आंत किती राहिला आहे तें पहावें. तो २० भागांपैकीं सुमारें सोळा भाग राहील. जितका वायु कमी झाला तितक्या जाग्यांत, म्हणजे चार भागांत पाणी चढेल. यावरून २० भाग हवेंत १६ भाग नैत्रोजन वायु राहिला, म्हणजे हवेंत $\frac{४}{५}$ नैत्रोजन वायु आहे हें सिद्ध झालें.

(१६१) हवेमध्यें कार्बानिक आसिड किती आहे हें काढणें आहे तर, एका कुपींत चुन्याची निवळी अगर कास्टिक पोट्याशाचें पाणी वजन करून घालावें. आणि विवक्षित आकार मानाची हवा, क्लोराइड आफ क्यालिसअमानें कोरडी करून, वरील पाण्यांतून जाऊं द्यावी. या प्रयोगाकरितां पुढील रीतीनें यंत्रें जोडावीं. वायुधारक रिकामा करावा. (आ. ६९) आणि त्यास **ब** नळी क्लोराइड आफ क्यालसिअम या पदार्थाच्या तुकड्यांनीं भरून जोडावी. नंतर या नळीस एक वांकडी नळी जोडून ती **क** कुपीच्या बुचांतून तींतील पोटयाशाच्या पाण्यांत बुडे अशी बसवावी; **क** कुपीच्या बुचास दुसरी लहान **ड** नळी हवा बाहेर जाण्याकरितां बसवावी. आतां **ड** दट्टया बंद करून, गळतींतून वायुधारकांत पाणी ओतिलें म्हणजे आंतील हवा **ब** नळींतून कुपींतील पोटयाशाचे पाण्यांत शिरून **ड** वाटे बाहेर जाईल. याप्रमाणें **अ** ग्यासहोल्डर पाण्यानें भरला म्हणजे तेवढ्या आकारमानाची हवा **ब**तील क्यालसिअम क्लोराइडानें कोरडी झालेली अशी पोटयाशाचे पाण्यांतून जाईल. आतां पोटयाशाचे पाण्याचें वजन पुनः केलें म्हणजे जेवढें ज्यास्त भरेल तितक्या वजनाचा कार्बानिक आसिड वायु, वायुधारक भरहवेंत होता हें सिद्ध होईल.

हवेंत कार्बानिक आसिड वायु असतो, एवढेंच दाखविणें असल्यास, एका उथळ पात्रांत चुन्याची निवळी घालून, कांहीं वेळ उघड्या हवे-

त ठेवावी, म्हणजे कार्बानिक आसिड चुन्याशीं संयोग पावून, निवळीवर पांढरा पापुद्रा जमतो. हा कार्बानेट आफ लाइम (खडू) होय.

(१६२) हवेंतील आर्द्रता दाखविण्याकरितां एक बर्फाचा तुकडा कांचेच्या पेल्यांत घालून ठेवावा, म्हणजे पेल्याच्या बाहेरील बाजूंवर बर्फाच्या शीततेनें हवेंतील वाष्परूपी पाणी थिजून दंवासारखें जमतें. हवेंतील आर्द्रतेचें प्रमाण काढणें असल्यास विवक्षित आकारमानाच्या कोंडलेल्या हवेंत विवक्षित वजनाचा क्लोराइड आफ क्यालसिअम ठेवावा. म्हणजे तो तेथच्या हवेंतील सर्व आर्द्रता शोषून घेईल. नंतर क्लोराइडाचें पुनः वजन करावें. त्याचें वजन जितकें ज्यास्त भरेल तितकी आर्द्रता त्या कोंडलेल्या हवेंत होती असें होतें. हवेंतील फक्त आर्द्रतेचें अस्तित्व उघडया हवेंत क्लोराइड आफ क्यालसिअम ठेवल्याबरोबर तो आर्द्रता शोषून घेतो; यावरून स्पष्ट होतें.

(१६३) हवेंत आमोनिया आहे, हें सिद्ध करण्याकरितां कार्बानिक आसिड हवेंत आहे हें पाहण्याकरितां, जी जोडाजोड केली त्या प्रकारची करून, त्यांत इतकाच फरक करावा कीं, कास्टिकपोट्याश असलेल्या कुपीच्या ऐवजीं त्या ठिकाणीं मध्यें फुगा असलेली नळी जोडावी; आणि त्या फुग्यांत हैद्रोक्लोरिक आसिड (शंखद्रव) वजन करून घालावें. नंतर वायुधारकांत पाणी ओतिलें म्हणजे त्यांतील हवा, हैद्रोक्लोरिक आसिडांतून जाईल. हवेंत जो आमोनिया असेल तो सर्व हैद्रोक्लोरिक आसिड शोषून घेईल, आणि आमोनियाचा क्लोराइड (नवसागर) बनेल. याप्रमाणें वायुधारक पाण्यानें भरला म्हणजे, फुग्यांतील आसिडाचें वजन करावें. जेवढें वजन ज्यास्त भरेल, तेवढा आमोनिया वायुधारक भरहवेंत होता हें सिद्ध होईल. आमोनियाचें प्रमाण हवेंत फार सूक्ष्म असतें. पर्जन्याचे पाण्यांतून आमोनिया बराच खालीं पडतो. आणि तो निरनिराळ्या स्थळीं निरनिराळ्या प्रमाणानें असतो.

(१६४) वर जे हवेचे घटकावयव सांगितले त्यांचा उपयोग प्राणी व वनस्पति यांस कसकसा होतो हें आतां सांगतों. हें पूर्वीं सांगितलेंच आहे कीं, आक्सिजन हा दहनास जसा अवश्यक आहे तसा प्राणिमात्रांचे जीवनासही अवश्यक आहे. नैत्रोजनाच्या प्रयोगांत पाहिलें कीं, ज्या हवेंतील आक्सिजन काढून घेतला आहे, त्या हवेंत प्राणी

तात्काळ मरण पावतो. आक्सिजनवायु हवेंत असल्यामुळें प्राण्यांचें श्वासोच्छ्वसन चालतें. श्वासाचेवेळीं आक्सिजनवायु प्राणी पोटांत घेतात, मग तो फुप्फुसांतील शिरांच्या रक्ताशीं संयोग पावून रक्ताला आक्सिडाइज करितो. नंतर हें रक्त सर्व शरीरभर रक्तवाहिन्यांतून वाहतें, आणि शरीरांतील कार्बानिक आसिड घेऊन, पुनः फुप्फुसापाशीं येतें. त्या वेळीं प्राणी कार्बानिक आसिडवायु उच्छ्वासाबरोबर बाहेर टाकितात. हा क्रम एकसारखा सतत चालतो यामुळें प्राण्यांच्या श्वासोच्छ्वसनापासून हवेंत आक्सिजन कमी होतो, व कार्बानिक आसिड एकसारखें वाढत जातें. असें असून हवेची समतोलता कशानें राहते, तें पुढें सांगितलें आहे.

(१६५) हवेंत जो नैत्रोजनवायु आहे त्याचा किती उपयोग आहे, हें आक्सिजनवायूच्या उपयोगांइतकें उघड व स्पष्ट नाहीं. मागील एका भागांत असें सांगितलें आहे कीं, आक्सिजन व नैत्रोजन हे सहजरीत्या व थोड्या उष्णतेनें संयोग पावत नाहींत. जरी अतिशय उष्णतेनें, म्हणजे आक्सिहैद्रोजन दिव्याच्या ज्योतीनें, किंवा विद्युल्लतेच्या ठिणगीनें त्यांचा संयोग झाला, तरी संयोगजन्य उष्णता, संयोग क्रियापुढें चालविण्यास पुरत नाहीं. यामुळें जरी विजा होतात त्यावेळीं यांचा संयोग होऊन नैत्रिक आसिड उत्पन्न होतें, तथापि या मिश्रणाच्या वरील अद्वितीय धर्मामुळें हवेचे घटक संयोग पावून सर्व हवा बिघडत नाहीं. नैत्रोजनाच्या स्थानीं हैद्रोजन हवेंत असता तर, तसली मिश्र हवा किती घातुक व भयानक झाली असती हें मागें सांगितलेंच आहे. आक्सिजन हा जरी जीव धारणास अवश्य आहे, तरी जर नैत्रोजन आणि आक्सिजन यांच्या मिश्रणाच्या ऐवजीं, जर हवा शुद्ध आक्सिजन वायूचीच झालेली असती, तर तीही घातुक झाली असती. लोखंडासारखी कठीण धातु देखील शुद्ध आक्सिजनांत कशी गवतासारखी त्वरीत जळते, हें आक्सिजन प्रकरणीं सांगितलेंच आहे. मग शुद्ध आक्सिजनाच्या हवेंत, लोखंडी शेगडींत विस्तव पेटविल्यास, सर्व लोखंड जळून फस्त होईल, हें सांगण्यास नको. आगगाडीच्या किंवा दुसऱ्या एकाद्या कारखान्यांत वाफ तयार करण्याच्या यंत्राखालीं विस्तव पेटविल्या बरोबर सर्व एकच भडाका होऊन जाईल. सध्यां हवेंत फार थोडा आक्सिजन आहे, तरी लोखंड तांबें वगैरे धातु

इतक्या जंगतात; मग शुद्ध आक्सिजनांत किती जंगतील याचा सुमारच करतां येत नाहीं. जगांत कोठें दिवा अगर कोणत्याही प्रकारचा विस्तव संथपणें न जळतां, सर्व फसकन् जळून गेला असता, व त्याचा उपयोगही होताना. प्रस्तुत हवेमध्यें आक्सिजन बेताचा असल्यानें, सर्व ज्वलन क्रिया सावकाश व दमानें जशा चालतात तशा चालत्याना. अशीच अवस्था प्राण्यांचे जिवांचीही झाली असती; कारण जीव धारण हा एक मंदज्वलनाचाच प्रकार आहे. यास्तव जर प्राणी शुद्ध आक्सिजनच केवळ सर्वकाळ पोटांत घेऊं लागले तर, ज्या रसायन व्यापारांनीं जीव धारण होतें, ते इतके त्वरित चालतील कीं, तणेंकरून ज्वरजनक अभिताप उत्पन्न होऊन प्राण्यांस मृत्यु प्राप्त होईल. रसायन व्यापारांच्या त्वरेमुळें आयुष्य अल्प झालें असतें. याकरितां हवेंतील नैत्रोजनाचा हा मुख्य उपयोग आहे कीं, याच्या मिश्रणानें कडक आक्सिजन विरल झाला आहे, व तेणेंकरून जीवन व ज्वलनक्रिया मंद चालत आहेत, आणि जीव व सर्पण यांचा त्वरित क्षय होत नाहीं.

जरी हवेंत आक्सिजनाच्या चौपट नैत्रोजन आहे तरी त्याच्या निर्गुणत्वामुळें हवेस कोणताही दुष्ट गुण प्राप्त होत नाहीं. पुष्कळ नैत्रोजन हवेंत मिसळून तिचा आकार वाढला आहे, तेणेंकरून दुसऱ्या अनेक उपयुक्त क्रियांस हवा योग्य झाली आहे; जसें एक जागची उष्ण हवा दुसऱ्या थंड जागीं नेणें, तेथील थंड हवा उष्ण प्रदेशीं आणणें, व येणेंकरून उष्णता चोहोंकडे पसरणें, व्यापारोपयोगी वायूंचे प्रवाह उत्पन्न करणें, हवेंत दुष्ट वायूंचा प्रादुर्भाव झाल्यास, ते चोहोंकडे पसरून हवेची समतोलता राखणें, सूर्याचा प्रकाश चोहोंकडे पसरविणें इत्यादि अनेक मनुष्यांस व इतर प्राण्यांस उपयोगी व हितकारक अशा क्रिया चालविण्यास हवा समर्थ झाली आहे.

(१६६) वनस्पतींचें स्वभावतः उपजविन पाणी, कार्बानिक आसिड, आणि आमोनिया, यांवर मुख्यत्वें करून होतें. यांशिवाय कित्येक खनिज क्षारही अल्प प्रमाणानें वनस्पतींस हितकारक होतात. प्राण्यांच्या पोटांतून जो मल बाहेर जातो, त्याचे घटकावयव, पाणी, कार्बानिक आसिड, आणि कित्येक क्षार हे होत. या क्षारांचें रूपांतर होऊन

कार्बोनेट आफ आमोनिया, व कित्येक खनिज क्षार बनतात. हे ख-
निज क्षार, फास्फेट, म्याग्निशिआ, सोडा, पोट्याश वगैरे जे क्षार वनस्प-
तींस खतादि रूपानें घालितों तद्रूप असतात. प्राण्यांचे जीवनास आ-
क्सिजनवायु अवश्य आहे. व उद्भिज कोटीचे पोषणास हवेंतील
आर्द्रता, कार्बानिक आसिडवायु आणि आमोनिया, हे पदार्थ अवश्य
आहेत. परंतु हवेंत हे पदार्थ स्वभावतः फार अल्प प्रमाणानें असतात.
याकरितां यांचा दुसऱ्या रीतीनें सतत पुरवठा होण्यास कांहीं योजना
नसेल, तर या पोषक द्रव्यांचा तोटा फार लवकर पडेल. प्राणी हवें-
तून आक्सिजन वारंवार पोटांत घेतात; प्रत्येक श्वासाला किती हवा
पोटांत जाते याविषयीं कित्येक शास्त्रवेत्त्यांचें असें अनुमान आहे कीं,
साधारण मानाच्या मनुष्याच्या दर श्वासाला सुमारें ४० घन इंच हवा
पोटांत जाते. दर मिनिटास सोळा वेळ प्राणी श्वास घेतो, असें आप-
ण मानिलें तर, साऱ्या दिवसांत म्हणजे २४ तासांत ९,२१,६००
घनइंच हवा म्हणजे ५३३ घनफूट हवा प्रत्येक मनुष्य पोटांत घेतो
असें होतें. पृथ्वीवरील कोट्यावधी मनुष्यांस आणि पशुपक्ष्यादि प्राण्यांस
श्वासाकरितां आक्सिजनाची गरज आहे. ह्यावरून आक्सिजन वायूचा
किती खर्च होतो हें सहज ध्यानांत येईल. याशिवाय प्राण्यांच्या उ-
च्छ्वासाबरोबर कार्बानिक आसिडवायु बाहेर पडतो. तसेंच पदार्थ कुजत
असतां व जळत असतांही हा उत्पन्न होतो. आतां यांतील कांहीं
पाणी शोषून घेतें, तरी याचा पुष्कळ अंश हवेंत मिसळतो. आतां या
रीतीनें जर हवेंतील आक्सिजन बराच कमी झाला, आणि कार्बानिक
आसिडवायु शेंकडा तीन चार भाग या प्रमाणानें हवेंत जमला, तर ती
हवा प्राण्यांचे जीवनास अगदीं अयोग्य होईल; तींत प्राणी बिलकुल वांच-
णार नाहींत. परंतु ईश्वरानें आपले अगाध चातुर्यानें असले अपाय होण्याचा
संभव देखील ठेविला नाहीं. त्यानें प्राण्यास जे घातुक ते पदार्थ हवेंतून का-
ढून टाकून जे हितकारक त्यांचा पुरवठा करण्याची मोठी शहाणपणाची
तजवीज योजिली आहे. खेरीज प्राणिज कोटीचा जो मल तें उद्भिज
कोटीचें अन्न, व उद्भिज कोटींचा जो मल तें प्राणिज कोटीचें अन्न,
अशी अलौकीक योजना सृष्टिकर्त्यानें करून ठेविल्यामुळें हवा कधीं न
बिघडतां उभय कोटींचे परस्परास साह्य होतें. हवेंत जो कार्बानिक

आसिड वायु जमतो, त्याचें वनस्पतींचीं पानें त्यांवर सूर्य प्रकाश पडतांच पृथक्करण करून, आक्सिजन व कार्बान वेगळे करितात. कार्बान वनस्पतींच्या काष्ठांत राहतो, आणि आक्सिजन हवेमध्यें मिसळतो. प्राण्याच्या श्वासोच्छ्वासानें हवेंतील आक्सिजन कमी होतो, तो या रीतीनें पुनः हवेस मिळतो. यास्तव हवेत या जीवन द्रव्याचा कधीं तोटा पडत नाहीं; व कार्बानिक आसिड या विषकारक पदार्थाचा संचय होत नाहीं. प्राण्यांच्या मूत्रपिंडांतून वगैरे जे क्षार मल रूपानें बाहेर जातात त्यांचें पृथक्करण होऊन कार्बानिक आसिड, व आमोनिया हे पदार्थ उत्पन्न होतात. हे दोन्ही पदार्थ पाण्यांत विरघळून झाडांच्या मुळांकडून शोषले जाऊन झाडांच्या पानांस पोंचतात. याप्रमाणें वनस्पति व प्राणी यांचे व्यापार एकमेकांवर घडून उभयतांचें जीवन होत आहे.

(१६७) हवा रंगहीन, रुचिहीन आणि गंधहीन आहे. हवा आकुंचित करितां येत्ये; परंतु ती घन किंवा दाट होत नाहीं. हैड्रोजनाच्या १४·४७ पट हवा जड आहे. एक घनफूट कोरडी हवा ५३७ ग्रेन वजन भरते.

हवेचा दाब समुद्राच्या सपाटीवर, दर इंचास पंधरा पौंड आहे. वातावरण सुमारें पंचेचाळीस मैल उंची पर्यंतच आहे, असें अनुमान काढिलें आहे. सूर्य क्षितीजाखालीं १८° असतां संधिप्रकाश दिसूं लागतो, यावरून वरील अनुमान बसविलें आहे.

प्रकरण १८.

कार्बोन आणि हैड्रोजन यांचे संयुक्त पदार्थ.

हैड्रोकार्बोन (अंगारजलज)

(१६८) ज्योतीची रचना कशी असते, ती एकसारखी तेवते कशी, ती शंक्वाकृति कां असते व तिजपासून प्रकाश पडतो तो कशामुळें वगैरे सांगण्या पूर्वी दाह्य द्रव्यांचे घटक, हैड्रोकार्बोन यांचें वर्णन करणें अवश्यक आहे. हे पदार्थ अनेक आहेत, परंतु त्यांतील दोन तीन पदार्थांचाच ज्वलनाशीं विशेष संबंध आहे. यास्तव या प्रकरणांत लघु कार्ब्युरेटेड हैड्रोजन, गुरु कार्ब्युरेटेड हैड्रोजन, आणि खनिज कोळशांचा धूर यांचें वर्णन केलें आहे.

लघुकार्ब्युरेटेड हैड्रोजन.

(लघ्वंगारजलज.)

(कर्दमोत्थवायु.)

चिन्ह—काहै४; सं. प्र. १६; वि. गु. ·५५२

(१६९) **वर्णन**—हा वायु कित्येक ठिकाणीं आपल्या आपण जमिनींतून निघतो. हा अत्यंत ज्वालाग्राही आहे. उद्भिजपदार्थ ज्यांत कुजतात अशा सांचलेल्या पाण्यांतून हा वायु सतत निघतो; म्हणून यास कर्दमोत्थ वायु असें म्हणतात. दलदलींतून जो वायु निघतो तो नैत्रोजन व कार्बोनिक आसिड यांशीं मिश्र झालेला असतो. खनिज कोळशांचें उष्णतेनें पृथक्करण होऊन जे वायुरूपी पदार्थ निघतात त्यांत हा असतो. खनिज कोळशांच्या खाणींतून हा वायु सतत निघतो. हा हवेशीं मिश्र झाला म्हणजे एक प्रकारचें शीघ्र ज्वालाग्राही मिश्रण बनतें. अशा प्रकारचा मिश्र वायु खाणीच्या पोकळींत जमतो, व त्यास वत्ती लागल्यानें खाणींत वारंवार अनर्थ होतात.

(१७०) **कृति**—$१०\frac{२}{३}$ भार बेरिक हैड्रेट आणि $१०\frac{१}{३}$ सोडिअम आसिटेट अशीं एकत्र करून तें मिश्रण कांचेच्या रिटार्टांत घाला-

वें, आणि त्यास आंच द्यावी. म्हणजे शुद्ध लघु कार्ब्युरेटेड हैड्रोजन निघतो. पृथक्करण होतें तें खालीं दाखविलें आहे.

सोडिकआसिटेट. बेरिकहैड्रेट. बेरिककार्बोनेट. सोडिककार्बोनेट. कर्दमोत्थवायु.

$२सोका_{२}है_{३}आ_{२} + बेआ,है_{२}आ = बेकाआ_{३} + सो_{२}काआ_{३} + २ काहै_{४}$

या पृथक्करणास उष्णता फार लागते, म्हणून रिटार्ट फुटण्याचें भय असतें, म्हणून रिटार्टास उष्णता लावण्याचे पूर्वीं त्याचे बुडास टांकणखार व चिकणमाती हीं एकत्र मळून त्यांचा लेप द्यावा. १०$\frac{२}{३}$ भार बेरिक हैड्रेटाच्या ऐवजीं दोन भार कास्टिक पोट्याश व तीन भार वाळलेला चुना यांचा उपयोग केल्यास चालेल.

(१७२) **धर्म**—हा वायु रुचिहीन, रंगहीन, आणि गंधहीन आहे. हा पाण्यांत फारसा विरत नाहीं. यामध्यें प्राण्याची श्वासोच्छ्वास क्रिया चालत नाहीं. परंतु हा पुष्कळ हवेशीं मिश्र झाला तर इतका विषकारक नसतो. यांत दिवा तेवत नाहीं, परंतु हा स्वतः पेटतो व त्याची ज्योत पिंवळट असते. एक माप हा वायु व दोन मापें आक्सिजन यांचें मिश्रण करून पेटविलें तर मोठा अवाज होऊन कार्बानिक आसिड आणि पाण्याची वाफ हीं उत्पन्न होतात. एक माप या वायूंत १० मापें हवा मिसळिली आणि तें मिश्रण पेटविलें, तर मोठा अवाज होऊन वरचेच संयुक्त पदार्थ उत्पन्न होतात. हा वायु दलदलींतून निघतो हें पाहणें असल्यास एका दलदलीपाशीं जाऊन तेथील चिखल ढवळावा. नंतर ढवळलेल्या जागीं पाण्यानें भरलेली कुपी पालथी धरावी, म्हणजे वायु कुपींत शिरून पाण्यास बाहेर लोटील. मग कुपीच्या तोंडास पालथी गळती लावावी, म्हणजे कुपींत पुष्कळ वायु जाण्यास मार्ग होईल.

गुरुकार्ब्युरेटेड हैद्रोजन.

(गुर्वंगारजलज)

तैलवायु.

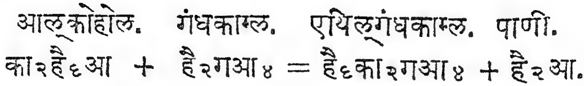
चिन्ह—का$_2$है$_4$; सं. प्र. २८; वि. गु. ·९६७.

(१७२) **वर्णन**—गुरुकार्ब्युरेटेड हैद्रोजन वायूस तैलवायु असें म्हणतात. याचें कारण असें आहे कीं हा वायु क्लोरीन (हरित्पीत) वायूशीं मिश्र केला म्हणजे एक प्रकारचा तेलकट द्रव बनतो. हा वायु पूर्वी सांगितलेल्या वायूपेक्षां जड आहे. म्हणून यास गुरुकार्ब्युरेटेड हैद्रोजन असें नांव दिलें आहे. परंतु याची हवेशीं तुलना केली तर हा हवेपेक्षां हलका आहे. जेवढ्या आकार मानाची हवा १००० भार भरते, तेवढ्याच आकार मानाचा हा वायु ९६७ भार भरतो. हा वायु खनिज कोळशांच्या धुरामध्यें असतो, व त्याच्या तेजःपुंज ज्योतीस हाच मुख्य कारण आहे.

(१७३) **कृति**.—हा वायु तयार करण्यास १ माप आल्कोहोल (एक प्रकारचा मद्यार्क) आणि ३ मापें शुद्ध गंधकाम्ल (सल्फ्युरिक आसिड) अशीं घ्यावीं, व यांच्या चौपट द्रव राहण्याजोगा रिटार्ट घेऊन त्यांत प्रथमतः आल्कोहोल घालावा. नंतर थोडथोडें आसिड दर वेळीं घालून, प्रत्येक वेळीं चांगलें हालवून दोहोंचें मिश्रण करावें. येणेकरून मिश्रण फार उष्ण होत नाहीं. उष्णता लाविल्यावर कधीं कधीं फाजिल उष्णतेनें द्रवावर फेंस येऊन तो उतूं येतो व त्यापासून रिटार्ट फुटण्याचें भय असतें. उष्णता लावण्या पूर्वी रिटार्टांत आसिडाच्या अर्ध्या वजनाइतकी बारिक वाळू घातली म्हणजे बहुधां द्रवावर फार फेंस येत नाहीं. उष्णता लाविल्याबरोबर रिटार्टांत संयोग वियोग होऊन तैलवायु निघूं लागतो. द्रव काळा होऊन फार वतूं आला तर उष्णता लावणें बंद करावें.

आसिडाच्या योगानें आल्कोहोलांतील पाणी निघून जाऊन तैलवायु प्राप्त होतो. प्रथमतः दोहोंचा संयोग होऊन एथीलसल्फ्युरिक आसिड व पाणी अशीं बनतात. नंतर या आसिडाचें पृथक्करण होऊन

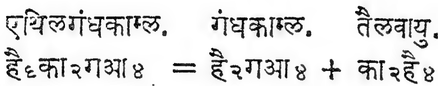
तरफ्युरिक आसिड आणि तैलवायु हे वेगळे होतात. हें खालीं चिन्हां-नीं दाखविलें आहे.



आल्कोहोल. गंधकाम्ल. एथिल्गंधकाम्ल. पाणी.

का२है६आ + है२गआ४ = है६का२गआ४ + है२आ.

नंतर



एथिलगंधकाम्ल. गंधकाम्ल. तैलवायु.

है६का२गआ४ = है२गआ४ + का२है४

(१७४) **धर्म**—तैल वायु रंगहीन असतो. यास लसणीसारखा वास येतो. हा पाण्यांत फारसा विद्रुत होत नाहीं. या वायूंत दिवा विझतो. परंतु हा स्वतः पेटतो. याची ज्योत शुभ्र व तेजस्वी असते.

प्रयोग ६६—या वायूनें भरलेली एक कुपी घेऊन तिच्या तोंडाशीं बत्ती लाविली तर हा वायु पेटतो. परंतु बत्ती आंत घातली तर लागलीच विझून जाते. दगडी कोळशांच्या धुरांच्या आंगीं सप्रकाश जळण्याची शक्ति याच वायूनें आली आहे. तसेंच राळ, तेल, चरब्या वगैरे जिनसांमध्येंही हा वायु असतो.

प्रयोग ६७—सोडावाटर करण्याच्या कुपीसारखी घट्ट कुपी घेऊन तींत एक माप तैल वायु आणि तीन मापें आक्सिजन वायु भरावा आणि त्या मिश्रगास बत्ती लावावी म्हणजे मोठा अवाज होऊन दोहोंचा संयोग होतो.

प्रयोग ६८—एका कुपींत निम्मा तैल वायु व निम्मा हरितपीत वायु असे भरून वायुपात्रांत पालथी पाण्यावर कुपी कांहीं वेळ राहूं द्यावी. म्हणजे दोहोंचा मंद रीतीनें संयोग होऊन पाण्याचे पृष्ठभागीं चिवळट द्रवाचे थेंब जमतात. हा मिश्र पदार्थ कांहींसा तेलकट दि-सतो म्हणून यास तैलवायु म्हणतात.

खनिज कोळशांचा धूर.

(कोलग्यास)

(१७५) मुंबईंत व इतर कित्येक ठिकाणीं दिवे लावण्याकरितां ज्या वायूचा उपयोग करितात तो वायु खनिज कोळशांपासून तयार करितात. दगडी कोळसे लोखंडी रिटार्टांत घालून त्यांस कडक आंच दिली म्हणजे जो वायु निघतो त्यास कोलग्यास किंवा खनिज कोळशांचा धूर असें म्हणतात. हा कांहीं नियमित रसायन संयोगी पदार्थ नसून भिन्न भिन्न धर्मांचे असे अनेक पदार्थ एकत्र होऊन बनलेला आहे. त्यांतील मुख्य, तैलवायु (गुरुकार्ब्युरेटेड हैड्रोजन), कर्दमोत्थवायु (लघुकार्ब्युरेटेड हैड्रोजन), सल्फ्युरेटेड हैड्रोजन, कार्बानिक आसिड, आमोनिया, आणि टार हे होत. याशिवाय दगडी कोळशांतील कार्बान कोकच्या रूपानें रिटार्टांत राहतो. यांपैकीं टार हा दाट तैलसर काळा पदार्थ असतो. कार्बान आणि हैड्रोजन यांच्या त्रिकट संयोगानें हा बनलेला आहे. कित्येक प्रकारचे रंग करण्याकरितां हा पदार्थ कारखान्यांत जमवितात. तसेंच आमोनियाही विकण्याकरितां धरितात. या धुरापासून प्रकाश व उष्णता हीं प्राप्त होतात त्यांस ह्यांतील दोन कार्ब्युरेटेड हैड्रोजन वायु हेच मुख्य कारणीभूत होत.

रिटार्टांतून जो वायु निघतो तो तसाच त्या अशुद्ध स्थितींत प्रकाशोपयोगी नसतो. कारण त्यांतील कित्येक पदार्थांस दुर्गंध फार असतो व कांहीं इतके दाट व घन असतात कीं, ते वायु वाहक नळ्यांत जमून त्यांत दट्या बसतो. याकरितां हा वायु अनेक रीतीनें शुद्ध करावा लागतो.

जो वायु रिटार्टांतून निघतो तो एका लोखंडी खोलींत सोडितात. ती खोली अर्धी पाण्यानें भरलेली असते, त्या खोलींतून तो वायु कित्येक लोखंडी वक्र नळ्यांतून जाऊं देतात. या नळ्या कृत्रिमरीत्या थंड ठेविलेल्या असतात. या नळ्यांत त्यांतील टार आणि आमोनिया हे पदार्थ जमतात. नंतर तो वायु चुन्याच्या निवळींतून (मिल्क आफ लाईम) कोरडा पिचलेला चुना असलेल्या खोलींत सोडितात. येणेंकरून त्यांतील कार्बानिक आसिड आणि सल्फ्युरेटेड हैड्रोजन या दुष्ट

वायूंस चुना शोषून घेतो. याप्रमाणें शुद्ध होऊन बाहेर पडलेला वायु मोठ्या धातूच्या वायुधारकांत जमवितात व तेथून जेथें धुराचे दिवे करावयाचे असतील त्या ठिकाणीं लहान नळ्यांवाटे नेतात.

या वायूंतील गंधक विशिष्ट संयुक्त पदार्थ नाहींतसे करणें फार अवश्यक आहे. कारण गंधक जळला म्हणजे सल्फ्युरिक आणि सल्फ्युरस आसिड वायु उत्पन्न होतात. त्यांपासून सामान, बुकें, कपडे, भिंतीवरील रंगित चित्रें वगैरे पदार्थ फार बिघडतात. तसेंच हा वायु हवेंत फार मिश्र झाला, तर तें मिश्रण मोठा अवाज होऊन पेटणारें असतें. म्हणून जर खोलींत (जेथें धुराचा दिवा आणलेला असतो तेथें) खनिज कोळशांच्या धुराचा वास येऊं लागला तर त्या खोलींत दिवा नेऊं नये. प्रथम कळी फिरवून धूर येण्याचें बंद करावें. नंतर खोलीच्या खिडक्या दारें वगैरे उघडून खोलींतील हवा स्वच्छ होऊं द्यावी. आणि मग वायु कोठून येत होता त्याचा तपास करावा.

(१७६) रसायन शालेंत प्रयोगांकरितां वायु तयार करणें झाल्यास पुढील रीतीनें करावा.

एका लोखंडी **अ** शिशींत खनिज कोळशांची पूड अगर बारीक तुकडे भरावे. शिशीच्या तोंडास एक बूच बसवून त्यांत एक बारीक कांचेची काटकोनाकृति नळी बसवावी. तिचें दुसरें शेवट (आकृति ७० पहा) **ब** कुपीच्या बुचांत बसवावें. **ब** सारख्या मोठ्या तोंडाच्या व दोन भोंकांचीं बुचें तोंडीं बसविलेल्या अशा आणखीं **क**, **ड** आणि **इ** अशा तीन कुप्या तयार कराव्या. प्रत्येकीस काटकोनाकृति नळ्यांचे तुकडे आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें बसवावे. **ब** कुपींत पाणी **क** कुपींत, लिटमसाचें आम्लानें तांबडें केलेलें पाणी, **ड** मध्यें आसिटेट आफ लेड याचा द्रव, आणि **इ** कुपींत चुन्याची निवळी अशीं द्रव्यें भरावीं; आणि सर्व कुप्या एकमेकींस जोडून **इ** कुपीची दुसरी नळी वायुपात्रांत, **फ** हांडीच्या किंवा कुपीच्या तोंडीं सोडावी. **अ** शिशी भट्टींत किंवा शेगडींत ठेवून, तीस आंच द्यावी. शिशी किंचित् आरक्तोष्ण होऊं द्यावी, म्हणजे शिशींतून वायु निघूं लागतो. प्रथम तो **ब** कुपींतील पाण्यांत शिरेल व त्या पाण्यांत वायूंतील टार विरघळेल. तेथून **क** कुपींतील पाण्यांत वायु गेला, म्हणजे त्यांतील आमोनिया त्या

कुपींतील पाण्यास पूर्ववत् निळें करील. तेथून तिसऱ्या कुपींत गेला म्हणजे वायूंतील सल्फ्युरेटेड हैड्रोजनास शिशाच्या क्षाराचा द्रव शोषून घेईल, व त्यामुळें तो काळा पडेल. नंतर चौथ्या कुपींतील चुन्याच्या निवळींत वायु गेला, म्हणजे वायूंतील कार्बानिक आसिड चुन्याशीं संयोग पावून निवळी दुधासारखी पांढरी होईल. याप्रमाणें चारी कुप्यांतून शुद्ध होऊन आलेला वायु **फ** हांडींत धरावा.

प्रयोग ६९—**इ** कुपीच्या दुसऱ्या नळींतून जो वायु निघतो त्यास बत्ती लावली असतां पेटेल व उत्कृष्ट दिवा दिसेल. **फ** हांडी भरल्यावर पाण्यानें भरलेल्या अशा एका हांडी बुडण्याजोग्या खोल पातेल्यांत हांडी न्यावी. हांडीच्या तोंडास कळी मळसूत्र असल्यास कळी सावकाश फिरवून, व हांडी पाण्यांत दाबून जो वायु बाहेर पडेल, तो पेटविला तर पेटेल. शेवटीं **अ** शिशींत कोक मागें राहतें.

प्रयोग ७०—खनिज कोळशांच्या धुराच्या ज्योतीवर एका तोंडानें बंद अशी लांब नळी धरिली, तर धुरांतील जो हैड्रोजन जळतो व तेणेंकरून जें पाणी उत्पन्न होतें तें दंवासारिखें आंतील बाजूस जमतें.

प्रयोग ७१—वरची नळी ज्योतीवरून काढून व तोंड हातानें बंद करून तींत चुन्याची निवळी घातली तर तींत जमलेल्या कार्बानिक आसिडानें तात्काळ गढूळ होईल.

प्रयोग ७२—गमती खातर थोडक्यांत धुराचा दिवा करून पाहणें असल्यास, इंग्रज लोकांच्या तंबाकू ओढण्याच्या मातीच्या चिलमी असतात तसली एक चिलीम घ्यावी. (आकृति ७१ पहा.) तिच्या तोंडांत खनिज कोळशाची बारीक पूड भरावी, व बोंडाचें रुंद तोंड लांबीनें, चिकण मातीनें, किंवा उडदांच्या पिठानें गच्च बंद करावें. आणि मग तें नळीचें बोंड शेगडींत घालून उष्ण करावें म्हणजे कांहीं मिनिटांत नळीच्या दुसऱ्या शेवटांतून वायु निघूं लागेल, त्यास बत्ती लाविली तर तो पेटेल आणि शान तेवत राहील व बोंडांत कोक मागें राहील.

प्रकरण १९.

ज्वलन आणि ज्योतींची रचना.

(१७७) दोन किंवा अधिक पदार्थांचा रसायनसंयोग होऊन जेव्हां उष्णता व प्रकाश हीं उद्भूत होतात तेव्हां त्या रसायन क्रियेस ज्वलन अशी संज्ञा रसायन शास्त्रांत देतात. परंतु व्यवहारांतील लांकूड, तेल, मेण, कोळसा इत्यादिकांच्या हवेंतील जळण्यास ज्वलन क्रिया म्हणतात. या स्थळींही हवेंतील आक्सिजनाशीं दाह्य पदार्थांच्या घटक द्रव्यांचा रसायन संयोगच होतो. जे पदार्थ साधारण हवेंत मंद रीतीनें जळतात, तेच शुद्ध आक्सिजनांत तीव्र रीत्या जळून मोठा प्रकाश व प्रखर उष्णता हीं उत्पन्न होतात. याचें कारण हेंच कीं, तेथें आक्सिजनाचा मुबलक सांठा असल्यानें रसायन क्रिया खूब जोरानें चालते. हरितपीत वायूशीं, फास्फरस आणि अंटिमनी हे पदार्थ हवेच्या साधारण उष्णमानावर, म्हणजे कांहीं विशेष उष्णता न लावितां, संयोग पावून उष्णता व प्रकाश उत्पन्न करतात. अशा रसायनक्रियाही ज्वलनांतच मोडतात. साधारणतः आपल्या पाहण्यांत ज्वलन क्रिया येतात, त्या हवेंत घडतात व त्यांत हवेंतील आक्सिजनाचा दाह्य द्रव्यांशीं संयोग होत असतो. परंतु आक्सिजनवायु व्यतिरिक्त इतर तत्वांचा दुसऱ्या पदार्थांशीं संयोग होऊन उष्णता व प्रकाश हीं उद्भूत होतील, तर त्या रसायन क्रियेसही ज्वलन म्हणावें. सारांश ज्या रसायन क्रियेंत प्रकाश व उष्णता हीं प्रकट होतात ती क्रिया ज्वलनसंज्ञक होय.

(१७८) लोकांचा असा समज आहे कीं, पदार्थ जळला म्हणजे त्याचा नाश होतो. परंतु हा समज अगदीं खोटा आहे. पदार्थ जळला म्हणजे त्याचें रूप व आकार हीं अगदीं पालटतील; व कदाचित् तो पदार्थ परमाणुरूपांत गेल्यानें अदृश्य होईल, परंतु त्याचा अत्यंताभाव कदापि होणार नाहीं. हें प्रत्यक्ष प्रयोगानें सिद्ध करितां येतें. मेणबत्ती जळत असतां ती क्रमशः नाहींशी होत आहे असें वाटतें व सर्व जळल्यावर शेष लहानसा कोळी राहतो. आतां या क्रियेंत मेणबत्तीच्या द्रव्यांचा वास्तविक नाश न होतां तीं द्रव्यें हवेंतील आक्सिजनाशीं संयोग पावतात आणि त्यापासून कार्बानिक आसिड आणि पाण्याची वाफ हीं उत्पन्न

होऊन वर जातात. हीं जर कांहीं युक्तीनें जमविलीं आणि त्यांचें वजन केलें तर मेणबत्तीपेक्षां वजनास कमी न भरतां ज्यास्त भरतात. कारण जितका हवेंतील आक्सिजन त्या द्रव्यांशीं रसायनरीत्या संयोग पावतो, तितकें वजन ज्यास्त भरतें. हें पुढील प्रयोगांवरून स्पष्ट होईल.

प्रयोग ७३–दोहों तोंडांनीं उघडी व सुमारें १४।१५ इंच लांबीची व $१\frac{१}{२}$ इंच व्यासाची अशी एक कांचेची **अ ब** नळी घ्यावी. (आकृति ७१ पहा) तिच्या **फ** मध्यापर्यंत जाई असा एक तारांच्या जाळीचा तुकडा तींत टाकून बसता करावा. नळीच्या वरच्या बाजूस त्या तुकड्यावर कास्टिक पोट्याश या पदार्थांचे तुकडे भरावे. वरच्या तोंडास बुचांतून $\frac{१}{३}$ इंच व्यासाची एक बारीक नळी बसवावी. नळीच्या खालच्या बाजूस हवा, आंत येण्याजोगीं चार पांच भोंकें पाडलेलें व त्यांत बारीक मेणबत्तीचा तुकडा बसविलेलें बूच बसवावें. नंतर नळी तराजूंत घालून वजन करावी. मग थोरल्या नळीस वरच्या बाजूस जोडलेली बारीक नळी असते ती वायुधारकाशीं रबराच्या लवचीक **क** नळीनें जोडावी; आणि वायुधारक पात्राचा **इ** दट्टया फिरवून पाणी बाहेर सोडावें. वायुधारकांत हवा आल्याशिवाय पाणी बाहेर जाणार नाहीं. ज्यापेक्षां हें पात्र **क** नळीनें **अ ब** नळीशीं जोडलेलें आहे, व **अ ब** नळींत **ब** तोंडाच्या बुचाच्या भोंकांतून हवा येण्यास मार्ग ठेविला आहे, त्या अर्थीं वायुधारक पात्रांत हवेचा प्रवाह येत जाईल व पाणी **इ** तोंडांतून बाहेर जाईल. पाणी बाहेर जातें अशी खात्री झाली, म्हणजे **ब** तोंडाचें बूच काढून त्यांतील मेणबत्ती पेटवून पुनः झटकन् तें बसवावें. दोन तीन मिनिटें मेणबत्ती तेवल्यावर **इ** दट्टया बंद करावा. म्हणजे लागलीच मेणबत्ती विझेल. आतां **क** नळी काढून जर **अ ब** नळी थंड झाल्यावर वजन केली तर, वजनास कांहीं ग्रेन ज्यास्त भरेल. कारण मेणबत्तींतील द्रव्यांचा हवेंतील आक्सिजनाशीं संयोग होऊन कार्बानिक आसिड व पाण्याची वाफ हीं उत्पन्न झालीं तीं कास्टिक पोट्याश या पदार्थानें शोषून घेतलीं होतीं.

प्रयोग ७४–एका चिनी मातीच्या मुशींत मॅग्नेशिअम धातूची चार गुंजा तार घालून झांकणा सुद्धां मुशीचें वजन करावें. आणि मूस मद्यार्काच्या दिव्यावर धरून तार जाळावी. तार जळल्यावर मूस थंड

होऊं द्यावी. तार जळल्यावर मुशीचें वजन करून पाहिल्यास वजनास ज्यास्त भरेल.

(१७९) दाह्य पदार्थांच्या ज्वलनास आरंभ होण्याकरितां जी उष्णता प्रथमारंभी द्यावी लागते, ती भिन्न भिन्न पदार्थांस भिन्न भिन्न द्यावी लागते. दारू एका ठिणगीनें पेटते, परंतु लांकूड, मेणबत्ती वगैरे पेटण्यास तीहून बरीच जास्त उष्णता द्यावी लागते. रसायन क्रिया जशी तीव्र व त्वरित चालत असेल त्या मानानें जास्त कमी उष्णता उद्भूत होईल. आणि ज्या मानानें आक्सिजनाचा म्हणजे हवेचा पुरवठा असेल, त्या मानानें ज्वलन क्रिया त्वरित चालेल. दिव्याच्या ज्योतीवर चिमण्यांची व मोठ्या भट्ट्यांवर धुरांड्याची योजना याच कारणास्तव करितात. येणेंकरून संयोगजन्य उष्ण वायु वर जातात व खालून हवा आंत शिरून त्यांची जागा घेते. यामुळें आक्सिजन ज्यास्त मिळून ज्वलन जोरानें चालतें.

(१८०) आक्सिजनवायु ज्वालाप्रवर्तक मात्र आहे. हैड्रोजन, आणि कार्बान यांचे मिश्र पदार्थ हैड्रोकार्बान हे ज्वालाप्रवर्तक नाहींत. परंतु यांची आक्सिजनाशीं जबर रसायन प्रीति असल्यानें हे त्या वायूशीं त्वरित संयोग पावतात; म्हणून त्यांच्या सन्निध ते पेटतात. हैड्रोजन ज्वालाग्राही आहे, परंतु त्याच्या दिव्याचा प्रकाश मुळींच पडत नाहीं. हैड्रोजनाच्या ज्योतींत आक्सिजन सोडिला तरी, या दोन मिश्र वायूंच्या दिव्याचाही प्रकाश फार पडत नाहीं. या ज्योतींत लोखंड, तांबे, प्लाटिनम वगैरे धातूंच्या तारा धरिल्या, तर त्या वितळून रस खालीं पडेपर्यंत सतेज जळतात, व प्रकाशही पुष्कळ पडतो. बरें सहसा न वितळणारा असा चुन्याचा खडा, या ज्योतींत धरिला तर चुन्याचा खडा लालभडक होऊन अतिप्रखर प्रकाश पडतो. तसेंच जर कोळशाची पूड करून या ज्योतींत सोडली तर तीही लाल होऊन त्यापासून प्रकाश पडतो. ज्वालाग्राही हैड्रोजन वायूची नुसती ज्योत निस्तेज असते. याची ज्योत उत्पन्न होण्यास आक्सिजनाची अवश्यकता आहे. आणि प्रकाश पडण्यास एकादा घन पदार्थ ज्योतींत असून तो लालभडक झाला पाहिजे. यास्तव ज्योत व प्रकाश हीं मिळण्यास वर सांगितलेल्या तीन गोष्टींची सामग्री जमली पाहिजे.

उष्णता व प्रकाश मिळण्याकारितां ज्या दाह्य द्रव्यांचा उपयोग करितात ते—लांकूड, तेल, मेणबत्ती, खनिज कोळसा इत्यादि सर्व पदार्थ कार्बान व हैड्रोजन आणि त्यांचे संयुक्त पदार्थ हैड्रोकार्बान यांचे बनलेले असतात.

ज्वलन होत असतां दोन रूपें अग्नि धारण करितो; सज्योत व निर्ज्योत. ज्या वेळीं ज्वलनास आरंभ होण्यापूर्वी, दाह्य पदार्थांचें, त्यांस दिलेल्या उष्णतेनें, वायु स्थितींत रूपांतर होतें व ते वायु पेटतात, त्या वेळीं ज्योत उत्पन्न होते; आणि ज्या वेळीं असें रूपांतर होण्यापूर्वी ते जळूं लागतात त्या वेळीं निर्ज्योत जळतात.

सप्रकाश ज्योत जळण्यास उष्णता उत्पन्न करणारा पदार्थ पाहिजे व निर्ज्योत जळणारा घन पदार्थही पाहिजे. घन पदार्थाशिवाय प्रकाश पडत नाहीं हें वर सांगितलेंच आहे. घनपदार्थास लाल भडक करण्यास बरीच उष्णता पाहिजे. नाहीं तर घन पदार्थ असून प्रकाश पडणार नाहीं. अतिशय उष्णता उद्भूत होणें हें रसायनक्रियेचें फल आहे. जशी रसायन क्रिया जोरानें चालेल त्या मानानें उष्णता उद्भूत होईल. व तेणेंकरून घन पदार्थ लाल भडक होऊन सप्रकाश होईल.

वर सांगितलेंच कीं, लांकूड, तेल, मेण, खनिज कोळशांचा धूर वगैरे दाह्य पदार्थ, हैड्रोजन व कार्बान यांच्या संयुक्त पदार्थांचे बनले आहेत. आरंभीं उष्णता दिल्यानें यांचें वायूमध्यें रूपांतर होतें. त्या वायूंतील हैड्रोजन, हवेंतील आक्सिजनांशीं संयोग पावतो, आणि संयोगजन्य पाणी वाफरूपानें वर जातें. येणेंकरून कार्बानाचे कण वेगळे पडतात, व ते ज्योतींत पसरलेले राहतात. आणि पूर्वी रसायन संयोग होऊन जी उष्णता उत्पन्न झाली, तेणेंकरून कार्बानाचे कण लाल होतात; म्हणून प्रकाश पडतो. कार्बानाचे कण लाल होऊन जळूं लागले म्हणजे आक्सिजनाशीं ते संयोग पावतात, आणि कार्बानिक आसिड उत्पन्न होतें व तेंही धूम्ररूपानें पाण्याचे वाफे बरोबर वर उडून जातें. ज्वलनापासून पाणी व कार्बानिक आसिड असे दोन पदार्थ उत्पन्न होतात.

साधारण तेलाच्या दिव्याची ज्योत घेतली, किंवा मेणबत्तीची ज्योत

घेतली तरी हाच प्रकार दृष्टीस पडेल. आतां या दोन्ही ज्योतींत कसकशा क्रिया घडतात तें पाहूं.

(१.८१) तेलाच्या दिव्याची किंवा मेणबत्तीची ज्योत चांगली न्याहळून पाहिली, तर ती आंतून पोकळ असून शंक्वाकृति दिसते, आणि तिजमध्यें एकंदर तीन भाग दिसून येतात. (आकृति ७२ पहा.) वातीच्या वरचा भाग अंधुक व निस्तेज असतो; त्या भागाच्या भोंवतीं शंक्वाकृति वेष्टन असतें, त्यांत कोणताही थंड पदार्थ धरिला तर त्यावर काजळी धरते. ह्या भागाच्या बाहेर दुसरा एक भाग असतो. तो सहसा स्पष्ट दिसण्यांत येत नाहीं; याचें तेज त्याच्या आंतील भागापेक्षां कमी असतें, परंतु याचें उष्णमान फार असतें.

तेल अथवा मेणबत्तींतील चर्बी केशाकर्षणानें वातीचे टोकाशीं येते. त्यास्थळीं त्याची उष्णतेनें वाफ होते, व वातीवर जमते. हा पारदर्शक संयोगी पदार्थ वातींतून बाष्परूपानें सतत निघतो. याचें लागलेंच ज्वलन होत नाहीं; त्याचे आसपास ज्वलन होत असतें म्हणून ज्योतीचा अगदीं आंतील भाग निस्तेज व अंधुक दिसतो. जरी हा भाग अंधक दिसतो तरी पारदर्शक असतो.

प्रयोग ७५--दोन्ही तोंडांनीं उघडी अशी बारीक कांचेची अगर धातूची नळी घेऊन जर ज्योतीच्या अंधक भागांत धरिली, तर नळींतून त्यास्थळचे वायु निघूं लागतात; व त्यांस बत्ती लाविली असतां ते पेट घेतात. यास्तव वातींतून ज्वालाग्राही वायु सतत निघतात हें सिद्ध आहे (आकृति ७३ पहा.)

प्रयोग ७६—ज्योतिवर तारेच्या जाळीचा तुकडा धरिला तर ज्योत तोडल्यासारखी दिसून, आंतून नळी प्रमाणें पोकळ दिसते. पोकळींतील अदग्ध वायु जाळींतून वर आल्यावर त्यास बत्ती लावल्यास तो पेटतो. (आकृति ७४ पहा).

प्रयोग ७७—जर पेटलेल्या बत्तीच्या पलीकडे पांढरा कागद धरिला तर तो आपणास ज्योतीच्या अंधक भागांतून दिसतो. यास्तव मधील अंधक भाग पारदर्शक आहे.

प्रयोग ७८—ज्योतींत अगदीं वातीजवळ एकादी काडी धरिली तर दोहों टोंकांनीं मात्र जळून काळी होईल. जेवढा भाग अंधक कोनांत

असेल तेवढा मुळींच जळणार नाहीं. तसेंच तारेचा तुकडा धरिला तरी मध्यें तसाच राहून दोहों बाजूंनीं उष्णतेनें लाल होईल. यावरून मध्यभागीं ज्वलन होत नाहीं हें उघड आहे.

ज्योतीच्या या अंधक व पारदर्शक भागास ज्योतीचें "अप्रज्वलन-स्थान" असें म्हणतात. हें आकृतींत **अ** स्थळीं दाखविलें आहे.

या अंधक भागाच्या सभोंवतीं सतेज **ब** कोन दिसतो. यास ज्योतीचें अपूर्ण प्रज्वलन स्थान असें म्हणतात. वातींतून जे वायु उत्पन्न होतात त्यांचें उष्णतेनें पृथक्करण होतें. व त्यांतील हैड्रोजन पेटून हवेंतील आक्सिजनाशीं संयोग पावतो. व यामुळें ज्योत उत्पन्न होते; व अदग्ध वायूंतील कार्बान या स्थळीं वेगळा पडतो. हैड्रोजन व आक्सिजन यांचा रसायनसंयोग होतो, त्यापासून विशेष नवी संयोगजन्य उष्णता उत्पन्न होते. तिच्या योगानें अदग्ध कार्बानाचे घनकण शुभ्रोष्ण होतात. व तेणेंकरून त्यांना प्रकाश देण्याची शक्ति प्राप्त होते. म्हणून या अपूर्ण ज्वलन स्थलास प्रकाश देण्याची शक्ति येते. या कोनांत कार्बानाचे कण वेगळे पडतात, हें पाहणें असल्यास ज्योतीच्या त्याभागीं, एक थंड पदार्थ धरावा म्हणजे त्यावर काजळ जमतें यावरून यास्थळीं कार्बान घनस्थितींत असतो हें उघड आहे; याचें कारण काय तें पाहूं. आक्सिजनाची प्रीति कार्बानापेक्षां हैड्रोजनाशीं ज्यास्त आहे. हवेंत मुळीं आक्सिजन थोडा आहे; म्हणजे साधारण हवेंत आकारमानानें $\frac{१}{५}$ आक्सिजन असतो. हैड्रोजन जितका असेल त्याच्या निमे आकार इतका आक्सिजन त्याच्याशीं संयोग पावण्यास पुरतो. परंतु जितका कार्बान असेल त्याच्या दुप्पट आकारा इतका आक्सिजन त्याच्याशीं संयोग पावण्यास लागतो. यास्तव हवेंतला जो आक्सिजन ज्योतींत शिरतो; त्याचा बहुतेक अंश हैड्रोजनाशीं संयोग पावतो, आणि कार्बानाशीं संयोग पावण्यास फारच थोडा राहतो. दोघांचें आक्सिडेशन करण्यापुरता आक्सिजन सांपडत नाहीं. म्हणून ज्योतींत पुष्कळ कार्बान अदग्ध व असंयुक्त स्थितींत जमतो. **ब** कोनाच्या बाहेरील **क** कोनास पूर्ण प्रज्वलन स्थळ असें म्हणतात. या जागीं हवेंतील ज्यास्त आक्सिजन मिळून कार्बानाचें पूर्ण आक्सिडेशन म्हणजे ज्वलन होतें व

तेणेंकरून अत्यंत उष्णता उत्पन्न होते. या स्थळीं कार्बान शुभ्रोष्ण घनस्थितींत राहत नाहीं म्हणून त्या कोनाचा प्रकाश पडत नाहीं.

खनिज कोळशाच्या धुराची ज्योत पाहिली तर तींतही हाच चमत्कार दृष्टीस पडतो. केवळ हैड्रोजनापेक्षां हैड्रोजन आणि कार्बान यांच्या संयुक्त पदार्थांची ज्योत अधिक सतेज व सप्रकाश जळते. याचें कारण असें आहे कीं, त्यांच्या मधील हैड्रोजन आणि कार्बान हे एकाच काळीं जळत नसून ते वेगवेगळाले जळतात व एक दुसऱ्याला शुभ्रोष्ण करितो. ज्योतीच्या मध्यभागीं आक्सिजनाचा विशेष पुरवठा करून त्यास एकाच काळीं जाळिलें तर त्यांच्या ज्वलनापासून जो प्रकाश पडेल तो नुसत्या हैड्रोजनाच्या प्रकाशाहून ज्यास्त असणार नाहीं. ब्लोपाइप नामक नळीनें वातींत हवा फुंकली म्हणजे, ज्योतीचे दोनच शंकाकृति भाग दिसतात. त्यांतील आंतला निळा व बाहेरील पिंवळा असतो. त्यापासून प्रकाश मुळींच पडत नाहीं. कारण आक्सिजन पुष्कळ मिळाल्यानें कार्बानाचें पूर्ण ज्वलन होतें. ह्या दोन भागांपैकीं बाहेरील भागाचें उष्णमान फार असतें.

(१८२) दाह्य द्रव्याचे जे वायु होतात ते सभोंवतालच्या हवेपेक्षां हलके व उष्ण असतात. म्हणून ते समूर वर जातात, यास्तव ज्योत वांकडी तिकडी नसून लंबाकार असते. वातींतून वायु उत्पन्न झाल्यापासून त्यांच्या ज्वलनास आरंभ होतो. म्हणून जसजसे ते वर जातात, तसतसा त्यांचा पुरवठा कमी होत जातो. यास्तव ज्योतीचा आकार शंक्काकृती होतो. ज्योतीच्या पूर्ण ज्वलन स्थलीं देखील वेगळ्या पडलेल्या सर्व कार्बानाचें आक्सिडेशन होत नाहीं, यास्तव दिव्याच्या आसपास व वर असणाऱ्या पदार्थांवर काजळी जमते. मद्यार्कामध्यें कार्बान कमी व हैड्रोजन फार असतो. म्हणून त्या दिव्याची काजळी फार लागत नाहीं व प्रकाशही फार पडत नाहीं. परंतु त्यापासून उष्णता फार उत्पन्न होते.

फुकनळी (ब्लोपाईप.)

(१८३) जर ज्योतीचें ज्वलन थोड्या अवकाशांत होऊं दिलें व त्यास

कांहीं बाह्य कारणानें विशेष प्रखर केलें, तर ज्योतीचें उष्णमान बरेंच वाढवितां येतें. सर्व फुकनळ्यांचा मुख्य उपयोग हाच असतो. फुकनळीनें हवेचा किंवा आक्सिजनाचा प्रवाह मध्यभागीं सोडितात, येणेंकरून ज्वलन प्रदीप्त होऊन थोड्या अवकाशांत होऊं लागतें, व त्याचें उष्णमानही वाढतें.

रसायनवेत्त्यांस फुकनळीचा फार उपयोग होतो. पुष्कळ वेळ पुष्कळ सर्पण खर्च करून मोठमोठ्या भट्ट्यांनीं देखील ज्या गोष्टींचा शोध निश्चयात्मक लावितां येणार नाहीं, अशा गोष्टींचा शोध फुकनळीच्या साह्यानें रसायनवेत्त्यांस फारच अल्पकाळांत अगदीं निश्चयात्मक लावितां येतो. कधीं कधीं तर या नळीनें अशी कांहीं गूढें सहजरीत्या समजतात कीं, तीं इतर रीतीनीं मुळींच समजलीं नसतीं. पुढील विषय प्रतिपादनांत या नळीचा उपयोग वारंवार येईल, यास्तव तिची रचना व साधारण उपयोग येथें सांगितले आहेत.

(१८४) **रचना**—रसायनवेत्ते ज्या फुकनळीचा उपयोग करितात ती वीतभर लांबीची, करण्यासारखी धातूची नळी असते. (आकृति ७६ पहा) हिच्या एका शेवटास फुंकर घालण्याकरितां **अ** स्थानीं कर्णिका असते व तिचें दुसरें शेवट बंद असतें. परंतु त्याच्या कडेला एक छिद्र असून त्यांतून **ब** नळी निघते. या नळीचें टोंक अणकुचीदार व बारीक असतें. **अ क** नळी शंक्वाकृती असून तिच्या **क** स्थानीं फूग असते. त्या फुगीपासून असा उपयोग होतो कीं, फुंकर घालतांना त्याबरोबर जी तोंडांतून आर्द्रता येते ती फुगीर भागीं घन होऊन जमून राहते; ज्योतींत जात नाहीं. **अ क** नळी कथिलाची सुमारें ८ इंच लांबीची असून **ब** नळी पितळेची एक इंच लांबीची असते.

ब नळीचें टोंक ज्योतीच्या मध्यभागीं वातीवर, आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें धरून व ज्योतीशीं काटकोन करणारी अशी फुकनळी धरून फूक मारला म्हणजे छिद्रांतून हवेचा प्रवाह जोरानें ज्योतीच्या मध्यभागीं जाऊन ज्योत निस्तेज होते, व तिचा सर्व झोत नळीसमोर आडवा सुंदर शंक्वाकृती पडतो. त्या शंकूंत तीन भाग स्पष्ट दिसतात. अगदीं आंतला भाग **अ** स्वच्छ निळा दिसतो. त्या बाहेरील **ब** भाग (आकृति ७६ पहा) शुभ्र व सतेज दिसतो, व तिसरा **क** भाग फिकट दिसतो.

नळीच्या फुंकाऱ्यानें ज्योतीच्या अप्रज्वलन स्थानांतून हवा जोरानें गेल्यामुळें ज्योतीच्या मध्य भागीं व कडेस असें आक्सिडेशन घडतें; व अत्यंत उष्णता प्राप्त होते. ज्योतीच्या या तिहीं भागांचे धर्म व कार्यें परस्पर अगदीं भिन्न आहेत. वातींतून जेजे दाह्य वायु निघतात; त्यांच्या बऱ्याच अंशाचें, ज्योतींत सोडलेल्या हवेनें पूर्ण ज्वलन घडून निळ्या रंगाचा शंकू उत्पन्न होतो, तो आकृति ७६ यांतील ज्योतीच्या **अ** भागाशीं तुल्य असतो. वातींतून जे दाह्य वायु निळ्या शंकूच्या पलीकडे जातात त्यांचा सतेज **ब** भाग बनतो. त्याचें उष्ण मान **अ** भागाहून ज्यास्त असतें. या स्थळीं कार्बानाचे कण रक्तोष्ण असल्यामुळें प्रकाश पडतो. या भागीं दाह्य द्रव्यें पूर्ण ज्वलन पावलेलीं अशीं पुष्कळ असतात, म्हणून आक्सिजन असलेला कोणताही पदार्थ या भागांत धरिला तर त्यांतील आक्सिजन शोषला जातो. म्हणून या भागास शोधन करणारी ज्योत म्हणतात. या भागांत कोणत्याही धातूचा आक्साइड धरिला तर त्यांतील आक्सिजन शोषला जाऊन शुद्ध धातु वेगळा पडतो. अगदीं बाहेरील **क** भागीं विपरित कार्य घडतें. नळींतून जोरानें फुंकलेली हवा **अ** आणि **ब** या भागांतून येत असतां अतिशय उष्ण होऊन बाहेर पडते. याकरितां या भागीं आक्सिजन शोषला न जातां उलटा हवेतील आक्सिजन या भागच्या अत्यंत उष्ण मानानें या स्थळीं धरलेल्या धातूशीं संयोग पावतो. म्हणून या भागास आक्सिडेशन करणारी ज्योत म्हणतात. **क** भागीं धातूचा लहानसा तुकडा चिमटयानें धरिला तर त्याचा लागलाच आक्साइड बनतो. या दोहों भागांचे अनुक्रमें आक्सिजन शोषक व आक्सिजनदायक हे धर्म, दोहोंभागांत गारेच्या कांचेचा तुकडा धरिल्यानें स्पष्टपणें लक्षांत येतात.

प्रयोग ७२–फुकनळीनें ज्योतींत हवा फुंकून सतेज **ब** कोनांत, चिमटयानें गारेच्या शुभ्र कांचेचा तुकडा धरिला म्हणजे कांचेंतील शिशाच्या आक्साइडांतील आक्सिजन शोषला जाऊन शुद्ध शिसें वेगळें पडतें. यामुळें कांचेचा तुकडा काळा व अपारदर्शक होतो. आतां हा काळा झालेला तुकडा जर ज्योतीच्या **क** भागीं धरिला तर वेगळें पडलेलें शिसें आक्सिजनाशीं संयोग पावून, काळा रंग नाहींसा होऊन पुनः चकचकीत पारदर्शक कांचेचा तुकडा बनतो.

फुकनळीचे ज्योतींत ज्या पदार्थाची परीक्षा करणें असेल त्याचा लहानसा तुकडा एका प्लाटिनमधातूच्या तारेनें गुंडाळून किंवा कोळसा थोडा पोखरून त्यांत तो ठेवून ज्योतींत धरावा आणि फुकनळीनें फुंकावें. फुंकीत असतां हवेचा प्रवाह सतत एकसारखा लागावा म्हणून ओंठां-मध्यें नळीची कर्णिका धरून व सूरकऱ्याप्रमाणें गाल फुगवून सारखा फुंकर घालावा. फुंकते वेळीं गाल न बसवितां, नाकपुड्यांतून श्वास घेऊन तोंडावाटे एकसारखी ज्योतीवर हवा सोडिली पाहिजे.

प्रयोग ८०—कोळसा पोखरून त्यांत सफेत्याची थोडीशी पूड घालून आक्सिजन हारक ज्योतींत कोळसा धरावा. म्हणजे थोड्या वेळांत सफेत्यांतील आक्सिजन जाऊन कोळशावर शिशाचा लहानसा मणी दिसेल व त्या सभोंवतीं शिशाच्या पिंवळ्या आक्साइडाची रेषा दृष्टीस पडेल.

प्रयोग ८१—दुसरा कोळसा पोखरून त्यांत तांब्याच्या आक्साइडाची पूड व पापडखार हीं सारखीं ठेवून आक्सिजन हारक ज्योतींत तो कोळसा धरावा. शुद्ध तांबें मिळण्यास ज्यास्त उष्णता लागेल. परंतु कांहीं वेळांत शुद्ध तांब्याचा मणी कोळशावर दृष्टीस पडेल.

या प्रयोगांत पापडखाराचा उपयोग केला तो केवळ तांब्याच्या आक्साइडाचा द्रव लवकर व्हावा याकरितां केला. फुकनळीनें परीक्षा करित असतां टाकणखार व पापडखार यांचा उपयोग करावा, म्हणजे द्रवीकरणास विशेष सहाय्य होतें. कोळशावर परीक्षा करतांना पापडखार घ्यावा आणि प्लाटिनम धातूच्या तारेवर परीक्षा करतेसमयीं टाकणखार घ्यावा.

(१८९) ज्योतींत फुकनळीनें फुंकल्यानें आक्सिजनाचा विपुल पुरवठा होतो, म्हणून दाह्य द्रव्यांचें पूर्ण ज्वलन घडतें. यास्तव जरी ज्योत निस्तेज होते, तरी तिचें उष्णमान फार असतें. या अत्युच्च उष्ण मानाचा धातु व त्यांचे संयुक्त पदार्थ यांचा द्रव करण्यास फार उपयोग होतो. तसेंच कांचेच्या बारीक नळ्या पाहिजेत त्या आकाराच्या बांधाविण्यासही याचा उपयोग होतो. फुकनळीनें ज्योतींत फुंकून आक्सिजनदायक ज्योतींत कांचेची नळी धरिली, म्हणजे ज्योतीच्या अत्युच्च उष्णमानानें कांच वितळते. आणि ती वितळल्यावर तीस पाहिजे तो आकार देतां येतो. (आ. ७७ पहा.)

प्रकरण २०.

नैत्रोजन आणि आक्सिजन यांचे संयुक्त पदार्थ.

(१८६) नैत्रोजनाशीं आक्सिजनाची रसायन प्रीति फारच निर्बल आहे. हे दोन वायु सहसा थोड्या उष्णमानावर संयोग पावत नाहींत. हवा हें आक्सिजन आणि नैत्रोजन यांचें मिश्रण आहे. हवेच्या या घटकांचा रसायन संयोग न होतां, ते तसेच मिसळलेले नित्य राहतात. यांचा सहजरीत्या साक्षात् संयोगही करितां येत नाहीं. तथापि नैत्रोजन आणि आक्सिजन यांचा भिन्न भिन्न प्रमाणांनीं रसायन संयोग होऊन पांच संयुक्त पदार्थ होतात. नैत्रोजनाचे दोन परमाणु, आक्सिजनाच्या १,२,३,४,५ परमाणूंशीं अनुक्रमें संयोग पावून हे पांच संयुक्त पदार्थ बनले आहेत. त्यांचीं नांवें येणेंप्रमाणें आहेत.—

१ नैत्रस आक्साइड्———नै$_{2}$ आ.

२ नैत्रिक आक्साइड.———नै$_{2}$ आ$_{2}$, किंवा नैआ.

३ नैत्रस आनहैड्राइड.———नै$_{2}$ आ$_{3}$.

४ नैत्रोजन पर आक्साइड.———नै$_{2}$ आ$_{4}$, किंवा नैआ$_{2}$.

५ नैत्रिक आनहैड्राइड.———नै$_{2}$ आ$_{5}$.

हेच संयुक्त पदार्थ ५ व्या प्रकरणांत ४६ पानावर रसायन संयोगाचा दुसरा नियम स्पष्ट करण्याकरितां उदाहरणार्थ घेतले होते. यांतील तिसरा पदार्थ पाण्यांत विरला, म्हणजे नैत्रस आसिड (हैनैआ$_{2}$) प्राप्त होतें. कारण, नै$_{2}$ आ$_{3}$+है$_{2}$ आ=२ हैनैआ$_{2}$; आणि पांचवा पदार्थ पाण्याशीं मिळाल्यानें नैत्रिक आसिड (हैनैआ$_{3}$) उत्पन्न होतें. कारण, नै$_{2}$आ$_{5}$+है$_{2}$आ=२ हैनैआ$_{3}$. यांपैकीं उपयुक्त संयुक्त पदार्थांचेंच मात्र वर्णन या प्रकरणांत केलें आहे.

नैत्रिक आसिडाच्या दोन अणूंतून पाणी व आक्सिजनाचे १,२,३,४ परमाणु काढून घेतल्यानें वरील पांच पदार्थ बनले आहेत, हें पुढील सारण्यांवरून स्पष्ट समजेल.

२ हैनैआ$_{3}$—है$_{2}$आ=नै$_{2}$आ$_{5}$

२ हैनैआ$_{3}$—है$_{2}$आ—आ=नै$_{2}$आ$_{4}$

२ हैनैआ$_{3}$–है$_{2}$आ–आ$_{2}$=नै$_{2}$आ$_{3}$

२ हैनैआ$_{3}$–है$_{2}$आ–आ$_{3}$=नै$_{2}$आ$_{2}$

२ हैनैआ$_{3}$–है$_{2}$आ–आ$_{4}$=नै$_{2}$आ.

नैत्रिक आसिड.

(हैद्रिकनैत्रेट)

पर्यायशब्द-इं. (अक्वाफारटिस्); सं. शंखद्राव; म. आगपाणी.

चिन्ह–हैनैआ$_{3}$; सं. प्र. ६३; वि. गु.* १. ५१७

(१८७) **व्याप्ति**–नैत्रोजन आणि आक्सिजन यांच्या संयोगापासून जे अनेक पदार्थ उत्पन्न होतात, त्या सर्वांत नैत्रिक आसिड हा पदार्थ फार उपयोगाचा आहे. हा सृष्टींत पोट्याश आणि सोडा यांशीं संयोग पावून सूर्यखार (नैत्रेट आफ पोट्याश) आणि नैत्रेट आफ सोडा ह्या रूपांनीं पुष्कळ सांपडतो. वीज पडल्यानंतर, तिच्या उष्णतेनें हवेंतील नैत्रोजन आणि आक्सिजन हे संयोग पावून हा पदार्थ हवेंत उत्पन्न होतो; म्हणून विजा चमकत असतां जो पर्जन्य पडतो, त्या पाण्यांतून याचा थोडा अंश नेहेमीं जमिनीवर येतो. हिंदुस्थानांतील सिंध व इतर उष्ण व रूक्ष देशांत व अमेरिकेंतील चिली व पेरू देशांत सोराखार व नैत्रेट आफ सोडा हे जमिनींतून फुटून वर येतात, ते जमा करून स्फाटिकी भवनानें शुद्ध करितात. नैत्रिक आसिड व इतर रासायनिक पदार्थ उत्पन्न करण्यास यांचा उपयोग होतो. प्राणिज पदार्थ कुजून त्यांतून जो अमोनिया निघतो, त्याचा आक्सिजनाशीं मंदरीत्या संयोग होऊन, नैत्रिक आसिड उत्पन्न होतें. या कारणास्तवच शहरांतील, व प्रेतें पुरण्याच्या जाग्यासमीपच्या विहिरींच्या पाण्यांत आल्केली धातूंच्या नैत्रेटांचे अंश असतात.

(१८८) **वृत्तांत**–नैत्रिक आसिड हा पदार्थ प्राचीन काळापासून लोकांस माहीत आहे. युरोपांतील व भरतखंडांतील किमयागार लोकांस या पदार्थाचें ज्ञान होतें, व ते हा पदार्थ तयारही करीत असत. युरोपां-

* द्रवरूपपदार्थांचें विशिष्टगुरुत्व, पाणी एकस्थानीं कल्पून दिलें आहे.

तील किमयागार यास अक्काफारटीस, म्हणजे तीव्र जल असें म्हणत, व भरतखंडस्थ किमयागार यास शंखद्रव किंवा आगपाणी असें म्हणत. तथापि याची खरी घटना व याचे धर्म यांचा शोध **क्याव्हेंडीश** यानें सन १७८९ सालीं लाविला.

(१८९) **निर्जल नैत्रिक आसिड**—ज्यास आम्ही हल्लीं नैत्रिक आसिड म्हणतों, जें बाजारांत विकतात, व ज्याचा उपयोग किमयागार करीत तें सजल नैत्रिक आसिड होय. निर्जल नैत्रिक आसिड म्हणून एक नवीन पदार्थ हल्लीं शोधून काढिला आहे. नैत्रोजनाचे दोन परमाणु व आक्सिजनाचे पांच परमाणु एकत्र होऊन हा पदार्थ बनला आहे. असंयुक्त स्थितींत हा कोठें सांपडत नाहीं. रूप्याचा कोरडा नैत्रेट (रू नै आ$_3$) उष्ण करून त्यावर शुष्क क्लोरीन वायु युक्तीनें सोडावा, म्हणजे क्लोरीन रूप्याशीं संयोग पावून रूप्याचा क्लोराईड (रूक्लो) बनतो आणि आक्सिजन व केवळ नैत्रिक आसिड हीं वेगळीं निघतात. आसिड, थंड केलेल्या नळींत धरिलें म्हणजे त्याचे चतुष्कोण रंगहीन व पारदर्शक असे स्फटिक बनतात. हा पदार्थ ८९° फ्या. वर वितळतो आणि ११२° वर कढूं लागून पृथग्भूत होतो. हा पदार्थ थंड पाण्यांत टाकिला तर पाण्याशीं त्वरित संयोग पावून सजल नैत्रिक आसिड उत्पन्न होतें, आणि संयोगजन्य उष्णता बाहेर पडते.

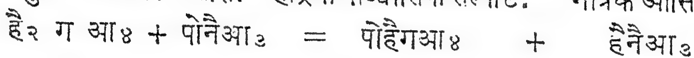
सजल नैत्रिक आसिड–(है नै आ$_3$). निर्जल नैत्रिक आसिडाचा एक अणु आणि पाण्याचा एक अणु असे एकत्र झाले म्हणजे सजल नैत्रिक आसिडाचे दोन अणु बनतात. नै$_2$आ$_5$+है$_2$ आ=२ नै है आ$_3$. साधारण भाषेत ज्यास नैत्रिक आसिड म्हणतात तें हेंच होय. एखाद्या नैत्रेटावर सल्फ्युरिक आसिडाचें कार्य करून हें आसिड तयार करितात.

(१९०) **कृति**—थोडेंसें नैत्रिक आसिड तयार करणें झाल्यास एक लांब मानेचा रिटार्ट घ्यावा. शुद्ध केलेला सोरा (सूर्यखार) आणि तीव्र सल्फ्युरिक आसिड हे पदार्थ समभाग घेऊन त्यांत घालावे. नंतर रिटार्टाची लांब नळी एका ग्राहकांत घालून तो ग्राहक पाण्याच्या भांड्यांत आडवा ठेवावा. ग्राहक थंड राहून त्यांत आलेल्या वायूचा द्रव व्हावा, याकरितां त्यावर ओली चौपदरी पट्टी ठेवावी. त्या चौपदरीच-

र पाण्याची संतत धार एका गळणींतून पाडावी. (आकृति ७८पहा). नंतर रिटार्टास मद्यार्काचे दिव्याची उष्णता लावावी. रिटार्ट थंड होऊं नये म्हणून रिटार्टावर कथिलाच्या पत्र्याची टोपी ठेवावी. नैत्रिक आसिडाच्या लाल वाफा रिटार्टांत उत्पन्न होऊन नळींतून ग्राहकांत जातात. ग्राहक थंड ठेविल्यानें लाल वाफा थिजून नैत्रिक आसिडाचा द्रव ग्राहकांत जमतो.

आसिडाचें सूर्य खारावर कार्य होत असतां द्विगुण पृथक्करण होतें, म्हणजे आसिड आणि क्षार हे दोन्ही पृथग्भवन पावतात. आसिडांतील निमें हैद्रोजन वेगळा पडून त्याची जागा क्षारांतील पोट्यासिअम धातु घेतो; आणि हैद्रिक पोटयासिक सल्फेट हा क्षार उत्पन्न होतो. तो चपल नसल्यामुळें रिटार्टांतच राहतो. वेगळा पडलेला हैद्रोजन, सोऱ्यांतील नैत्रिक आक्साइडाशीं संयोग पावून सजल नैत्रिक आसिड बनतें. हें आसिड उडणारें असल्यानें वाफ रूपानें ग्राहकांत जाऊन जमतें. पृथक्करण चिन्हांनीं खालीं दाखविलें आहे

सल्फ्युरिक आसिड.　सोरा.　हैद्रिक पोट्यासिक सल्फेट.　नैत्रिक आसिड.



हैर ग आ४ + पोनैआ३ = पोहैगआ४ + हैनैआ३

जर सोरा दोन भार आणि सल्फ्युरिक आसिड एक भार घेतलें, तर सोऱ्यांतून नैत्रिक आसिड वेगळें पडण्यास पृथग्भवन दोन वार व्हावें लागतें. यास्तव ज्यास्त उष्णता लावावी लागते. प्रथमत: निम्मा सोरा पृथग्भूत होऊन वर सांगितल्याप्रमाणें नैत्रिक आसिड आणि हैद्रोपोट्यासिक सल्फेट उत्पन्न होतात.

सोरा.　गंधकाम्ल,　सोरा.　नैत्रिक आसिड.　हैद्रो पोट्यासिक सल्फेट.

२पोनैआ३ + हैरगआ४ = पोनैआ३ + हैनैआ३ + पोहैगआ४.

याप्रमाणें उत्पन्न झालेलें नैत्रिक आसिड ग्राहकांत गेल्यावर, नवीन बनलेला जो क्षार मागें राहतो, त्याचें बाकी राहिलेल्या सोऱ्यावर रसायन कार्य घडून पोट्यासिअम आणि हैद्रोजन हे परस्पर जागा बदलतात, आणि नैत्रिक आसिड व डायपोट्यासिक सल्फेट हे पदार्थ बनतात.

सोरा.　हैद्रोपोट्यासिकसल्फेट.　नैत्रिकआसिड.　डायपोट्यासिकसल्फेट.

पोनैआ३ + पोहैगआ४ = हैनैआ३ + पो२गआ४.

या रीतीनें नैत्रिक आसिड तयार केलें, म्हणजे रिटार्टांत जो डायपोटयासिक सल्फेट क्षार मागें राहतो, तो पाण्यांत अविद्राव्य असल्यामुळें कांचेचा रिटार्ट फोडल्यावांचून बाहेर काढतां येत नाहीं. म्हणून कांचेच्या रिटार्टांत नैत्रिक आसिड काढतांना क्षार व आसिड यांस या प्रमाणानें मिश्र न करितां, सम प्रमाणानें मिश्र करावें.

(१९१) युरोपांत नैत्रिक आसिड काढण्याचे जे मोठमोठे कारखाने आहेत, त्यांत कांचेच्या रिटार्टाच्या ऐवजीं लोखंडी रिटार्टाचा उपयोग करितात. ग्राहकांच्या जागीं चिनी मातीच्या बरण्या घेतात. सोऱ्याच्या ऐवजीं सोड्याचा नैत्रेट घेतात. कारण हा क्षार सोऱ्याहून स्वस्थ असून, यापासून शेंकडा ९ भाग ज्यास्त नैत्रिक आसिड प्राप्त होतें. सोरा दोन भार व गंधकाम्ल एक भार अशीं रिटार्टांत घालतात. या रीतीनें जो अविद्राव्य क्षार मागें राहतो तो लोखंडी पात्रांतून खरडून काढतां येतो. लोखंडी रिटार्टाचा आंतील भाग उत्कृष्ट चिकणमातीनें मढवितात. येणेंकरून नैत्रिक आसिडाच्या वाफांचें धातूवर कार्य होत नाहीं. (आकृति ७९ पहा.) **अ** भांड्यांत **क** भोंकांतून सोड्याचा नैत्रेट घालून **क** भोंक दगडी गुडदीनें बंद करितात. नंतर **इ** भोंकांत गळणी ठेवून तींतून सल्फ्युरिक आसिड **अ** पात्रांत ओतितात व **इ** भोंक गच्च बंद करितात. **ग** भट्टीच्या उष्णतेनें **अ** पात्र उष्ण झालें, म्हणजे मागें सांगितलेलीं रसायन कार्यें घडून नैत्रिक आसिडाच्या वाफा उत्पन्न होतात. त्या **फ** नळीनें **ब** बरणींत शिरतात. तेथें त्यांचा द्रव होऊन जमतो. **ब** प्रमाणें पांच चार बरण्या एकमेकांस जोडिलेल्या असतात. येणेंकरून पुष्कळ आसिड तयार करितां येतें.

हिंदु लोक शंखद्राव (मंद नैत्रिक आसिड) फटकी आणि सोरा यापासून तयार करितात. या कृतींत फटकींत जें सल्फ्युरिक आसिड असतें, तें सोऱ्यांतल्या पोट्याशाबरोबर मिळून, नैत्रिक आसिडास वेगळें पाडितें. हा अर्क लंबक यंत्रानें खापराच्या पात्रांत काढितात. ह्यांत नैत्रिक आक्साइड आणि परआक्साइड आफ नैत्रोजन यांची भेळ असते. फटकीच्या बद्दल हिराकस घालून आसिड काढिलें, तर स्वल्प रीतीनें चांगलें निघतें. (ना. दा).

(१९२) **धर्म**--वर सांगितल्या रीतीनें तयार केलेलें आसिड सोनेरी

पिवळ्या रंगाचें असतें. कमी आक्सिजन असलेले जे नैत्रोजनाचे आक्साइड, त्यांचा अंश यांत असतो, यामुळें हा रंग आसिडास प्राप्त होतो. यांत तितकेंच सल्फ्युरिक आसिड मिसळून मिश्रण उष्ण केल्यास याचा रंग जाऊन शुद्ध होतें. परंतु शुद्ध स्थितींत हें इतकें अस्थिर असतें कीं, सूर्यप्रकाशानें पृथग्भवन पावतें, आणि आक्सिजन निघूं लागतो. येणेंकरून नैत्रोजनाचे नीच आक्साइड बनतात, व आसिडास पुनः रंग येतो. शुद्ध नैत्रिक आसिड रंगहीन, निवळ, धुमणारा, व चरणारा असा द्रव आहे. हवेंत हें आसिड उघडें ठेविलें तर त्यांतून वाफा निघतात. तीव्र आसिड ४०° वर थिजतें, आणि १८४° वर कढतें. परंतु जसजसें आसिड मंद होतें, तसतसा कढण्याचा बिंदु वर चढतो.

नैत्रिक आसिडांत, आक्सिजन निःशक्तपणीं संयोगावस्थेंत असल्यामुळें तो सहज रीतीनें वेगळा पडतो. म्हणून यांत दुसरे पदार्थ घातले असतां, ते आसिडांतील आक्सिजनाशीं त्वरित संयोग पावतात. म्हणून यास तीव्र आक्सिडाइझिंग एजंट (आक्सिजन देणारा) असें म्हणतात. ही क्रिया कधीं कधीं इतक्या जोरानें चालते कीं, तीपासून पुष्कळ उष्णता बाहेर पडून पदार्थ पेट घेतो. फास्फरस तीव्र आसिडांत घातला तर पेटतो. तसेंच उडणारीं तेलें पेटतात. कोळशाच्या लालभडक पुडींत तीव्र आसिड ओतिलें तर ती पूड पेटते. हें आसिड अत्यंत चरणारें (करोझिव) आहे. हें सेंद्रिय पदार्थांला लागलें असतां त्यांस जाळतें. जलमिश्रित असलें तर त्वचा, लोकर, पिसें वगैरें यांस पिवळा धमकडाग पडतो. पुष्कळ जल या आसिडांत मिश्र करून त्या मिश्रणानें लोकरी व रेशमी वस्त्रांस पक्का पिवळा रंगही देतात. सोनें व प्लाटिनम या शिवाय सर्व इतर धातूंवर याचें कार्य घडतें. धातु प्रथमतः आक्सिडाईज होऊन नंतर विरघळतात. त्यांत ज्या मानानें पाणी मिश्र केलें असेल, व त्याचें जसें उष्णमान असेल, त्या मानानें धातूंवर कार्य घडतें. याचें वि. गु. १.३६ पासून १.२५ असतां कार्य विशेष घडतें. परंतु शुद्ध व तीव्र नैत्रिक आसिडाचें लोखंड, कथिल, शिसें वगैरे कित्येक धातूंवर कांहींच कार्य घडत नाहीं. मंद केल्यानें

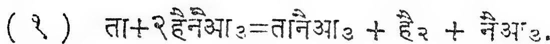
धातूंस त्वरित आक्सिडाईज करितें. तीव्र आसिडांत त्याचे $\frac{२}{३}$ किंवा तितकेंच पाणी मिश्र केल्यानें धातूंवर त्वरित कार्य करण्या जोगें मंद होतें.

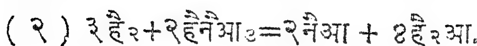
(१९३) **आसिडांचीं धातूंवर कार्यें**–कोणत्याही तीव्र आसिडांत एखादी साधारण धातु टाकिली, तर कित्येक धातूंवर आसिडाचें तीव्र कार्य घडून त्यांतून एक वायु निघतो. या क्रियेंत बहुधां असें घडतें कीं, आसिडांतील हैद्रोजन वेगळा पडून त्याची जागा धातु घेतात, आणि धातु आसिडाच्या इतर घटकांशीं संयोग पावून त्यांचे क्षार उत्पन्न होतात. जसें, ज+है$_२$गआ$_४$= है$_२$+जगआ$_४$. परंतु याप्रमाणें वेगळा पडलेला हैद्रोजन सर्वदां वायुरूपानें बाहेर पडत नाहीं. कधीं कधीं त्याचें कार्य आणखी आसिडावर घडतें.

उदाहरणार्थ जर तांब्याचा तुकडा तीव्र सल्फ्युरिक आसिडांत टाकिला, तर उष्णता लाविल्याशिवाय धातूवर आसिडाचें कार्य होत नाहीं. उष्णता लाविल्यावर कार्य घडतें; परंतु हैद्रोजन वायुरूपानें बाहेर न पडतां, तांब्याचा सल्फेट, पाणी आणि सल्फ्युरस आनहैद्राइड हे पदार्थ उत्पन्न होतात.


ता+२है$_२$ गआ$_४$=तागआ$_४$+२है$_२$आ+गआ$_२$.

तसेंच नैत्रिक आसिड हा बळकट आक्सिडाइझिंग पदार्थ असल्यामुळें, म्हणजे आपल्यांतील आक्सिजन त्वरित वेगळा टाकण्याची शक्ति नैत्रिक आसिडाचे आंगीं असल्यामुळें, यांत धातु टाकिला तर, हैद्रोजन वायुरूपानें कधींच निघत नाहीं. तो वेगळा पडतांच आक्सिजनाशीं संयोग पावून पाणी बनतें; आणि आसिडांतील हैद्रोजन व आक्सिजन गेल्यानें मागें नैत्रोजनाचा आक्साइड राहतो. यास्तव नैत्रिकआसिडांत धातूचा तुकडा टाकिला म्हणजे नैत्रिक आक्साइडाच्या लाल वाफा निघतात. नैत्रिकआसिडाचें धातूवर कसकसें कार्य घडतें तें पुढील समीकरणावरून स्पष्ट होईल.


(१) ता+२हैनैआ$_३$=तानैआ$_३$ + है$_२$ + नैआ$_३$.


(२) ३है$_२$+२हैनैआ$_३$=२नैआ + ४है$_२$आ.

दोनही एकत्र करून लिहिल्यास असें समीकरण होईल.

$$३ता + ८ हैनैआ_३ = २नैआ + ३ता_२(नैआ_३)_२ + ४ है_२आ.$$

आसिडांचे धातूंवर जें प्रथम कार्य घडतें तें सर्वदां सारखेंच असतें. मूळ कार्यापासून हैद्रोजन वेगळां पडून धातूचा क्षार बनतो. परंतु कित्येक वेळां जें आणखी रसायन कार्य घडून आसिडाचें पृथग्भवन घडतें, तें मात्र आसिडाचा तीव्रपणा, धातूचा धर्म, व उष्णमान यांवर अवलंबून असतें.

प्रयोग ८२—लिटमसाच्या किंवा गोकर्णीच्या फुलांच्या निळ्या काढ्यांत नैत्रिक आसिडाचा थेंब टाकिला, तर काढ्याचा रंग तात्काळ तांबडा होईल. पंचपात्रीभर पाण्यांत दोन थेंब आसिड टाकिलें तरी तें पाणी लिटमसाच्या निळ्या कागदास तांबडें करील.

प्रयोग ८३—तीव्र नैत्रिक आसिड एका पेल्यांत घेऊन त्यांत कीलपेन किंवा फ्लानेलचा तुकडा बुडविला, तर तो पिंवळा होतो. बाहेर काढतांच पाण्यानें धुतला नाहीं तर आसिड त्याचा नाश करितें.

प्रयोग ८४.—सल्फ्युरिक आसिडांत नीळ विरघळवून जो द्रव तयार होतो, त्यांत नैत्रिक आसिड घालून द्रव उष्ण केला तर तो रंगहीन होतो.

प्रयोग ८५.—नैत्रिक आसिडांत तांब्याचा, जस्ताचा, किंवा लोखंचा तुकडा घालावा, म्हणजे त्यांतून हैद्रोजन न निघतां नैत्रिक आक्साइडाच्या लाल वाफा निघतात.

प्रयोग ८६.—लांकडी कोळशाची पूड ऊन करून एका चिनी पेल्यांत घालावी. नंतर परीक्षानळी काठीस बांधून, तींतून पुडीवर तीव्र नैत्रिकआसिड ओतावें. म्हणजे कोळशाची पूड पेटेल व ठिणग्या उडतील.

प्रयोग ८७.—वर लिहिल्याप्रमाणें परीक्षा नळी काठीस बांधून, तींत दोन ड्राम तीव्र नैट्रिकआसिड आणि दोन ड्राम तीव्र सल्फ्यूरीक आसिड घालावें. एका चिनी पेल्यांत दोन ड्राम टरपेंटाइन तेल घालून त्यावर चिमणी ठेवावी. दोन तीन हातांच्या अंतरावरून हळूच प्रथम तयार केलेलें मिश्रण ओतावें म्हणजे तेल भपकन् पेटेल.

प्रयोग ८८—एका परिक्षानळींत नैत्रिक व सल्फ्युरिक हीं दोन्हीं आसिडें समभाग मिश्र करून, त्यांत हिराकसाचा द्रव थोडासा घालावा. म्हणजे द्रवावर काळा थर जमतो. या रीतीनें कोणत्याही द्रवांत नैत्रिक आसिड आहे किंवा नाहीं, याची परीक्षा करितां येते. द्रवांत थोडेंसें सल्फ्युरिकआसिड घालून, त्यांत हिराकसाच्या द्रवाचे दोन थेंब घातले म्हणजे द्रवांत जर नैत्रिक आसिड असलें, तर ह्या द्रवांचा जेथें संयोग होतो तेथें तांबूस रंग उत्पन्न होतो.

प्रयोग ८९—मारफिया (अफीणीचा सत्वांश), आणि ब्रुशिया (काजऱ्याचा सत्वांश), हे नैत्रिक आसिडांत घातले तर आसिडास नारंगी तांबडा रंग येतो, आणि कांहीं वेळानें तो पिंवळा होतो.

प्रयोग ९०—पोटयाशाच्या द्रवांत कागद बुडवून तो नैत्रिक आसिडांत घालून सुकविला तर, तो रंजकी सारखा पेटतो. कारण त्यांत सोरा (नैत्रेट आफ पोट्याश) उत्पन्न होतो.

(१९४) **नैत्रेट**—धातूंचे आक्साइड आणि नैत्रिक आसिड यांचा संयोग होऊन जे क्षार बनतात त्यांस नैत्रेटस् म्हणतात.

$$\text{ताआ} + २\ \text{हैनैआ}_३ = \text{ता}_२\ (\text{नैआ}_३) + \text{है}_२\text{आ}.$$

हे बहुधा न्युट्रल असून पाण्यांत विरघळतात. उष्ण केल्यानें पृथग्भूत होऊन आक्सिजन आणि नैत्रोजनाचे आक्साइड, हे वायुरूपानें निघतात; व मागें धातूंचे आक्साइड राहतात. निखाऱ्यांवर हे क्षार टाकिले, तर त्यांच्या पृथग्भवनापासून जो आक्सिजन निखाऱ्यांस मिळतो, त्याच्या योगानें तटतटून ते पेट घेतात, व सुंदर ठिणग्या उडतात.

प्रोटोआक्साइड आफ नैत्रोजन.

पर्यायशब्द—नैत्रस आक्साइड, लाफिंगग्यास (हास्यकारक वायु).

चिन्ह $\text{नै}_२$ आ; सं. प्र. ४४; वि. १.५२७.

(१९५) **कृति**—एका रिटार्टांत किंवा फ्लास्कांत नैत्रेट आफ आमोनिया हा क्षार थोडासा घालून, व वायुवाहक नळी बसवून, त्यास

मंदाग्नि लावावा; म्हणजे क्षाराचा थोड्या वेळांत द्रव होतो. आणखी उष्णमान वाढविलें म्हणजे त्यास उखळी फुटते, व पृथग्भूत होऊन पाण्याची वाफ आणि नैत्रस आक्साइड हीं वेगळीं होतात. वाफ पाण्यांत मिळून जाते आणि वायु कुप्यांत धरितां येतो. हा वायु थंड पाण्यांत फार विद्राव्य असल्यामुळें ऊन पाण्यावर धरावा लागतो.

हा प्रयोग करितेवेळीं उष्णमान ४०० किंवा ५०० हून जास्त वाढूं न देण्याविषयीं फार जपलें पाहिजे. कारण उष्णमान फार वाढून जर रिटार्टांत पांढऱ्या वाफा उत्पन्न झाल्या, तर पृथग्भवन इतक्या जोरानें चालेल कीं, तेणेंकरून रिटार्ट फुटेल.

आमोनिया हा पदार्थ हैद्रोजन आणि नैत्रोजन यांचा संयोग होऊन बनला आहे. नैत्रेट आफ आमोनिया उष्ण केला म्हणजे तो पृथग्भूत होऊन, आमोनियांतील हैद्रोजन आक्सिजनाशीं संयोग पावून पाणी होतें, आणि आमोनियांतील बाकी राहिलेला नैत्रोजन बाकीच्या आक्सिजनाशीं संयोग पावून नैत्रस आक्साइड वायु उत्पन्न होतो.

नैत्रेट आफ आमोनिया. पाणी. नैत्रस आक्साइड.

$$\text{है}_4\ \text{नै}_2\ \text{आ}_3 = 2\ \text{है}_2\text{आ} + \text{नै}_2\ \text{आ}.$$

(१९६) **धर्म**—हा वायु रंगहीन, गंधहीन आणि पारदर्शक असून याला रुचि व वास मधूर असतो. हा थंड पाण्यानें पुष्कळ शोषला जातो; ७९ फ्या. उष्ण मानाचें १०० मापें पाणी या वायूच्या ६० मापांस शोषून घेतें. म्हणून ऊन पाण्यावर हा वायु धरावा लागतो. या गुणावरूनच हा आक्सिजनापासून ओळखितां येतो. कारण त्या वायु प्रमाणें या वायूंतही पुष्कळ पदार्थ जोरानें जळतात व तेणेंकरून त्यांचें पृथग्भवन होतें.

युडियामेटर नळींत हा वायु व हैद्रोजन हे समभाग मिश्र करून, त्यांत विजेची ठिणगी सोडिली तर अवाज होतो, आणि नळींत मिश्रणाच्या निम्मा नैत्रोजन मागें राहतो. हैद्रोजन आणि आक्सिजन यांच्या संयोगापासून झालेल्या पाण्याचे कांहीं थेंब नळींत जमतात.

$$\text{नै}_2\text{आ} + \text{है}_2 = \text{है}_2\text{आ} + \text{नै}_2$$

प्राण्याच्या जीवनास हा वायु अगदीं अयोग्य आहे, परंतु थोडासा श्वासाबरोबर पोटांत घेतला तर त्यापासून अपकार होत नाहीं. या वायूंत थोडीशी हवा मिश्र करून तो एका पिशवींत भरला आणि गुडगुडी प्रमाणें ओढिला तर (आकृति ८० पहा) त्याचा मज्जातंतूंवर विलक्षण व्यापार घडतो. यापासून मनुष्यास एक प्रकारचा कैफ उत्पन्न होऊन, त्यास मोठा आवेश येतो. तसेंच चित्तवृत्ति आनंदी होऊन शरीर हलकें झालें आहे असा भास होतो; आणि झराझर तऱ्हतऱ्हेचे विचार मनांत येऊन इतकें हास्य उत्पन्न होतें कीं, तें आवरत नाहीं. या धर्मावरूनच यास हास्यकारक वायु असें नांव दिलें आहे. हे परिणाम एक दोन मिनिटें राहतात; त्या वेळीं आंगांत बराच जोर येतो व इतर कैफाप्रमाणें हात पाय गळत नाहींत. उलटें दिवसभर आंगीं हुषारी राहून हलकें वाटतें. परंतु कित्येकांच्या प्रकृतीला हा सोसत नाहीं. याकरितां वैद्य जवळ असल्याशिवाय हा कोणास ओढावयास सहसा देऊं नये. ओढण्याचा वायु अगदीं शुद्ध असला पाहिजे.

प्रयोग ९१—एक लहानशी कुपी या वायूनें भरून तींत गुल असलेली काडी घालावी, म्हणजे ती झटकन पेटेल. या वायूचे पृथग्भवन होऊन आक्सिजनानें ज्वाला प्रवर्तन होतें.

प्रयोग ९२—आक्सिजन प्रकरणीं सांगितलेल्या चमच्यांत गंधक घालून तो पेटवावा. गंधक चांगला पेटून जळूं लागला, म्हणजे चमचा नैत्रस आक्साइडाच्या कुपींत घालावा, म्हणजे त्या वायूंत गंधक जळेल व ज्योत फिकट गुलाबी रंगाची दिसेल. अर्धवट गंधक पेटत असतां जर या वायूंत घातला तर गंधक विझतो.

प्रयोग ९३—एक परीक्षानळी पाण्यावर या वायूनें अर्धी भरावी. नंतर नळीचें तोंड आंगठ्यानें गच्च धरून सडकून हालवावी; आणि पुनः पाण्यांत तोंड बुडवून आंगठा काढावा, म्हणजे नळींत झरकन पाणी वर चढेल. कारण हा वायु पाण्यांत विरघळला जाऊन नळींत पोकळी झाली होती, त्या पोकळींत पाणी चढलें, यावरून हा आक्सिजनापासून ओळखितां येतो.

नैत्रिक आक्साइड.

चिन्ह—नैआ; सं. प्र.—३०; वि. गु.—१.०३९.

(१९७) **कृति**—नैत्रिक आसिडांत त्याच्या दुप्पट पाणी मिसळून तें मिश्र आसिड, हैद्रोजन तयार करण्याच्या कुपींत किंवा रिटार्टांत तांब्याच्या बारीक तुकड्यांवर ओतिलें, म्हणजे तांब्यावर कार्य घडून नैत्रिक आक्साइड वायु निघूं लागतो. तीव्र कार्य होऊं लागेपर्यंत कांचपात्रास मंदोष्णता लावावी. कांचपात्र लाल वाफांनीं भरतें आणि रंगहीन नैत्रिक आक्साइड वायु निघतो; तो वायुपात्रांत पाण्यावर धरावा. पृथक्करण खालीं दाखविलें आहे:—

तांबें. नैत्रिक आसिड. तांब्याचा नैत्रेट. नैत्रिक आक्साइड. पाणी.

$$८\,ता + ८\,हैनैआ_{३} = ३\,[\,ता_{२}\,(नैआ_{३})\,] + २\,नैआ + ४\,है_{२}\,आ$$

तांब्याच्या ऐवजीं पाऱ्याचा उपयोग केला, तरीही हा वायु निघतो; किंवा दुसरी धातु घेतली तरी चालतें.

(१९८) **धर्म**—नैत्रिक आक्साइड वायु रंगहीन असतो. यास दुर्गंधयुक्त असा वास येतो. म्हणून याचा अगदीं थोडा अंश जरी पोटांत गेला तरी त्यापासून मनुष्यास अगदीं गुदमरल्यासारखें वाटतें. हा पाण्यांत फार शोषला जात नाहीं. आक्सिजनाशीं याची जबर प्रीति आहे, व हा त्याशीं फार त्वरित संयोग पावतो, आणि परआक्साइड आफ नैत्रोजन याच्या तांबड्या वाफा उत्पन्न होतात. या धर्मावरून हा इतर वायूं पासून ओळखितां येतो, तसेंच कोणत्याही पदार्थांत आक्सिजन असंयुक्त स्थितींत कितीही सूक्ष्म प्रमाणानें असला, तरी त्यांत नैत्रिक आक्साइड वायु मिश्र केल्यानें ज्या तांबड्या वाफा निघतात, त्यावरून ओळखितां येतो. हा वायु ज्वालाप्रवर्तक नाहीं; परंतु या वायूचें पृथग्भवन होण्या जोगें जर जळणाऱ्या पदार्थांचें उंच उष्णमान असलें, तर तो पदार्थ त्यांत जळतो. जसें पेटविलेला फास्फरस. नैत्रिक आक्साइड वायु नैत्रिक आसिडांत शोषला जातो. आसिडाचा रंग प्रथम पिंवळा होतो, आणि हा आणखी वायु सोडिल्यास हिरवा होतो. तसेंच हिराकसाच्या द्रवांतही हा वायु फार शोषला जातो, व द्रवास फिक्कट

तांबुस रंग येतो. कोणत्याही पदार्थांत नैत्रिक आसिड किंवा नैत्रेट आहेत कीं काय, याची परीक्षा याच रीतीनें करितात. याचे आंगीं आसिडाचे किंवा आल्केलीचे धर्म नाहींत. याचा अद्याप द्रव करितां आला नाहीं.

प्रयोग ९४—या वायूचे एक दोन बुडबुडे हवेंत जाऊं द्यावे, म्हणजे तांबड्या वाफा उत्पन्न होतात. हवेंतील आक्सिजनाशीं हा संयोग पावून नैआ२ हा वायु बनतो.

प्रयोग ९५—याहून स्पष्ट रीतीनें या वायूचा हा धर्म पाहणें असल्यास, या वायूनें अर्धी भरलेली कुपी वायु पात्राच्या आडव्या फळीवर ठेवून त्या कुपींत दुसऱ्या आक्सिजनानें भरलेल्या कुपींतील आक्सिजन सोडावा. म्हणजे नैत्रिक आक्साइडाच्या कुपींत तांबड्या वाफा उत्पन्न होतील, आणि वायु शोषला गेल्यामुळें पाणी चढेल. कुपी लिटमसाच्या द्रवानें भरली किंवा कुपींत लिटमसाचे निळे कागद घातले, तर निळा रंग जाऊन तांबडा रंग येतो.

प्रयोग ९६—या वायूनें भरलेल्या कुपींत पेटलेली वात घातली तर ती विझेल. फास्फरसाचा तुकडा पेटवून लागलाच घातला, तर तोही विझेल. परंतु बाहेर काढतांच पुनः पेटेल. खूब जोरानें पेटूं लागल्यावर कुपींत घातला तर, आक्सिजनांतल्या सारखा जोरानें पेटेल आणि नैत्रोजन वेगळा पडेल.

आमोनिया.

चिन्ह—नैहै३; सं. प्र. १७; वि. गु. ०·५९,

(१९९) **वृत्तांत**—नवसागर या पदार्थास इंग्रजींत सालआमोनिआक असें म्हणतात. पूर्वी आरब लोक, लिबिया देशांत जुपिटरआमन या नांवाच्या देवाच्या देवालया समीपच्या मैदानांत, उंटाच्या मलांतून आमोनिया तयार करीत असत. यावरून नवसागरांतील आमोनिया या पदार्थास आमोनिया हें नांव आरब लोकांनीं दिलें आहे. किमयागार लोकांस हा पदार्थ माहीत होता. ते हरणाचीं शिंगें उकडून हा पदार्थ काढीत, म्हणून यास ते हरणाच्या शिंगाचा अर्क असें म्हणत.

(२००) व्याप्ति—आमोनिया कार्बोनेट आफ आमोनिया या क्षाराच्या रूपानें हवेंत असतो; कित्येक नद्या, ओहोळ, खनिजोदकें इत्यादिकांत नवसागर व इतर आमोनियाचे क्षार यांच्या रूपानें हा असतो. कित्येक प्रकारच्या चिकणमातींत व दलदलींत हा पदार्थ असतो. नैत्रोजनयुक्त सेंद्रिय पदार्थांतही हा असतो. सेंद्रिय पदार्थ कुजले, म्हणजे त्यांतून जे पदार्थ उत्पन्न होतात त्यांत आमोनिया हा एक असतो. प्राण्यांच्या मूत्रांत हा पदार्थ पुष्कळ असतो. समुद्रकांठच्या पक्ष्यांच्या मलामध्येंही हा पदार्थ असतो. पर्जन्याच्या व दंवाच्या पाण्यांतून आमोनिया पृथ्वीच्या पृष्ठभागीं येतो.

नैत्रोजन आणि हैद्रोजन हे साक्षात् संयोग पावत नाहींत. परंतु दुसऱ्या बाह्य कारणांनीं यांचा परंपरा संयोग होऊन संयुक्त पदार्थ उत्पन्न होतात. त्यांपैकीं फक्त आमोनियाच वेगळा करितां येतो.

एका लहान नळींत केसांचे तुकडे घालून उष्ण केले, तर त्यांतून उग्रवासाच्या द्रवाचे थेंब निघतात. हा वास आमोनिया उत्पन्न झाल्यामुळें येतो. यांत तांबडा लिटमसाचा कागद निळा होतो. याप्रमाणें हाडें, हस्तिदंत, शिंगें, कातडीं, पंखे, रेशीम वगैरे प्राणिज पदार्थ उष्ण केले, तर त्यांतून जे उग्रवासाचे पदार्थ उत्पन्न होतात, त्यांत सर्वदां ज्यास्त किंवा कमी आमोनिया असतो. याच रीतीनें पूर्वीं आमोनिया काढीत. परंतु हल्लीं जो आमोनिया खपतो तो मुख्यत्वें खनिज कोळशांचा धूर करण्याच्या कारखान्यांत उत्पन्न होतो.

(२०१) कृति—प्रयोगांकरितां आमोनिया तयार करणें असल्यास, नवसागर किंवा दुसरा कोणता तरी आमोनियाचा क्षार आणि चुना असे एकत्र करून काढितात. नवसागराचें बारिक चूर्ण ३ भाग, आणि चुन्याची भुकी, २ भाग, यांचें मिश्रण करून रिटार्टांत किंवा फ्लास्कांत घालावें, आणि मंदाग्नि लावून उष्ण करावें. म्हणजे आमोनिया वायु त्यांतून निघूं लागतो, तो पाऱ्यावर धरावा किंवा आकृतींत दाखविल्या (आकृति ८९ पहा.) प्रमाणें वांकडी नळी बसवून, व तिचें तोंड वर करून, व त्याजवर पालथी कुपी ठेवून, आगंतुक रीतीनें हा वायु धरावा. हवेपेक्षां हा हलका असल्यामुळें नळीचें तोंड वर करावें लागतें. जें पृथग्भवन होतें तें चिन्हांनीं खालीं दाखविलें आहे.

नवसागर. चुना. क्यालसिकक्लोराइड. पाणी आमोनिया.

२ (है४नैक्लो)+क्यालूआ.=क्याल्क्लो२ + है२आ + २है३नै.

कुपीच्या तोंडाशीं हळदीच्या पाण्यांत भिजविलेला पिंवळा कागद नेल्यावर तो तांबुस झाला, म्हणजे कुपी भरली असें समजावें. हा वायु अगदीं कोरडा धरणें असेल तर वाहक नळीमध्यें क्लोराइड आफ् क्यालूसिअम या पदार्थाचे तुकडे भरून एक मोठी नळी, आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें, जोडावी.

(२०२) **धर्म**–आमोनिया वायु रंगहीन आणि पारदर्शक आहे. यास फार उग्रवास आहे, व हा हुंगला असतां डोळ्यांतून फार पाणी जातें. याची रुचि फार तिखट आहे. श्वासा बरोबर फुप्फुसांत फार गेला असतां, दाह उत्पन्न करून प्राणघातक होतो. हा जलांत मिश्र केला असतां तें जल मोठें चेतनावर्धक होतें. स्मेलिंगसाल्ट (आमोनियाचा कार्बानेट) हा क्षार हुंगल्यानें मूर्छा येत असेल तर मनुष्य सावध होतो. याच्या आंगीं अल्केलीचे बळकट धर्म आहेत. आसिडानें तांबडा केलेला कागद यानें तात्काळ निळा होतो, व पिंवळा कागद तांबुस होतो. यास चपल आल्केली म्हणतात. आमोनिया वायूंत पदार्थ जळत नाहींत. परंतु हा फार उंच उष्णमानावर स्वतःपेटतो. आक्सिजन वायूंत याची ज्योत चांगली तेवते. आक्सिजन आणि हा वायु समभाग मिश्र करून त्यांत विजेची ठिणगी सोडिली, तर फटफट अवाज होऊन त्यांचा संयोग होतो, आणि पाणी, नैत्रोजन, आणि थोडेंसें नैत्रिक आसिड, अशीं उत्पन्न होतात. आमोनिया पाण्यांत फार विद्राव्य आहे. म्हणून हा पाण्यावर धरितां येत नाहीं. आल्कोहोलांतही तसाच फार विद्राव्य आहे. मोठ्या बळकट व तीव्र आसिडांस आमोनिया निर्वीर्य करून त्यांचे आसिडविशिष्ट धर्म नाहींतसे करितो. आमोनिया आणि आसिडें यांच्या संयोगापासून अनेक क्षार उत्पन्न होतात. यास्तव कोणतेंही चपल म्हणजे उडणारें आसिड, आमोनिया वायूंत धरिलें असतां दोहोंच्या संयोगापासून घनक्षार उत्पन्न होतो, म्हणून पांढरा धूर दृष्टीस पडतो. या धर्मावरून आमोनिया सूक्ष्म प्रमणानें असला तरी परीक्षा होते. आमोनिया वायु ४०° फ्या. इतका

शीत केला म्हणजे त्याचा द्रव होतो. तसेंच त्यावर दर चौरस इंचावर १०५ पौंडाचा दाब ठेविला तर याचा द्रव होतो. हा द्रव ३७.३° फ्या. वर कढतो. परंतु जर–१०३° पर्यंत शीत केला तर घन होतो. या धर्मावरून याचा उपयोग केरीच्या बर्फ करण्याच्या यंत्रांत करितात. लांकडी कोळसा या वायूस फार शोषून घेतो. देवदारी लांकडाचा चांगला कोळसा आपल्या आकार मानाच्या ९० पट हा वायु शोषून घेतो; आणि इतका वायु आकुंचित होऊन कोळशांत राहतो.

आमोनिया, मुख्यत्वें याचे क्षार, वनस्पतींस फार हितकारक आहेत. प्राण्यांच्या मलमूत्रांत हा वायु असतो, म्हणून तें वनस्पतींस मोठें हितावह खत होतें. तसेंच प्राणिज व उद्भिज द्रव्यें कुजत असतां आमोनिया उत्पन्न होतो. म्हणून अशीं कुजणारीं द्रव्येंही खतादी रूपानें झाडांस घालतात. याच कारणास्तव अमेरिकेंतून समुद्र कांठच्या एका प्रकारच्या पक्ष्यांचा ग्वानोनामक मल खंडोगणती परदेशीं जातो.

(२०३) **सजल आमोनिया**—आमोनिया रासायनिक प्रयोगांस फार लागतो. रसायन शालेंत आमोनियाचे प्रयोग करण्यास बहुधां सजल आमोनिया (म्हणजे आमोनिया वायु पाण्यांत विरघळवून जो द्रव होतो तो) याचा उपयोग करितात. म्हणून हा द्रव कसा करावा तें खालीं सांगितलें आहे. आमोनिया वायु पाण्यांत सोडिला, म्हणजे तो शोषला जाऊन, पुष्कळ उष्णता उद्भूत होते. **केरीअस** या शास्त्रवेत्त्यानें असें अनुमान काढिलें आहे कीं ३२° फ्या. उष्णमानाचें पाणी आपल्या आकारमानाच्या १०५० पट हा वायु शोषून घेतें; ५९° फ्या. उष्णमानाचें पाणी ७२७ पट, आणि ७८° उष्णमानाचें पाणी ५८६ पट, हा वायु शोषून घेतें. आमोनिया वायूनें उमळलेलें पाणी, साधारण पाण्याहून हलकें असतें; व अशा पाण्यांत $\frac{1}{3}$ भार हा वायु असतो.

(२०४) **कृति**—नवसागराचें चूर्ण, आणि ताज्या भाजलेल्या चुनकळ्या पाण्यांत घालून केलेला चुना, समभाग मिश्र करून तें मिश्रण एका फ्लास्कांत घालावें. फ्लास्कास बुचांतून एक वांकडी नळी बसवावी. ही नळी रबरच्या नळीच्या तुकड्यानें, एका तीन तोंडा-

च्या कुंपींतील[*] एका कुपीच्या काट कोनाकृति नळीस जोडावी. ही कुपी अर्धी पाण्यानें भरावी. (आकृति ८२ पहा.) पाहिल्या कुपींतील पाहिली काट कोनाकृति नळी आंत बरीच जावी. परंतु पाण्यांत शिरूं नये. तिसऱ्या तोंडांत बसविलेली वांकडी नळी तोंडापर्यंत असावी; व ती दुसऱ्या कुपीच्या पहिल्या नळीस जोडावी. ही नळी कुपींतील पाण्यांत बुडावी. दुसऱ्या कुपीच्या तिसऱ्या तोंडांतील नळी तिसऱ्या कुपीच्या नळीस जोडावी. अशी सांगड जोडल्यावर फ्लास्कास मद्यार्का-चे दिव्याची उष्णता लावावी. म्हणजे जो आमोनिया वायु उत्पन्न होईल तो पाहिल्या कुपींत जाऊन तींतील पाण्यांत शोषला जाईल. तींतून जो बाहेर जाईल तो दुसऱ्या कुपींतील पाण्यांत विरेल. यांतून कांहीं बाहेर गेल्यास तिसऱ्या कुपींतील पाण्यांत शोषला जाईल. कु-प्यांच्या मधल्या तोंडांत, दोहोंबाजूंनीं उघड्या, अशा लांब नळ्या बसविलेल्या असतात. कुपींतील पाण्यांत बुडत अशा या नळ्या बसवाव्या. यांचा उपयोग असा आहे कीं, यांतून हवेचा दाब कुपींतील पाण्यावर सतत राहून कुपींतलें पाणी, आमोनिया उत्पाद कुपींत जाण्यास प्रति-बंध होतो.

असा सजल आमोनिया पुष्कळ असला म्हणजे थोडासा आमोनिया काढणें झाल्यास, मागें सांगितल्या रीतीनें काढण्याच्या भरीस न पडतां, एका फ्लास्कांत किंवा रिटार्टांत हा द्रव घालून उष्ण करावा, म्हणजे थोड्या वेळांत आमोनिया वायु निघतो.

आमोनियावायु युडियामेटर नळींत घालून पाऱ्यावर तींत विजेचि ठिणगी सोडिली, म्हणजे वायूचें पृथग्भवन होऊन हैड्रोजन व नैट्रोजन वेगळे होतात, व आकार वाढतो. नंतर (आकृति ८३ पहा.) आ-कृतींत दाखविल्याप्रमाणें नळींतून पाण्याचे थेंब सोडिले, तर वायूचें शोषण होत नाहीं व पारा वर चढत नाहीं.

प्रयोग ९७–आमोनिया वायूनें भरलेल्या कुपींत हळदीच्या पाण्यांत भिजविलेला कागद घातला, तर त्याचा रंग तांबूस होतो; आसिडानें लाल केलेला लिटमसाचा कागद घातला, तर तो निळा होतो,

---

[*] याच्या जागीं रुंद तोंडाच्या कुपीस बुचांतून तीन नळ्या बसवून तिचा उपयोग केल्यासही चालेल.

प्रयोग ९८–एका मोठया चिनी पेल्यांत लिटमसाचें निळें पाणी ओतावें. त्यांत आसिडाचे चार किंवा सहा थेंब घालून त्यास लाल करावें. नंतर आमोनिया वायूनें भरलेली कुपी घेऊन तिचें तोंड आंगठयानें गच्च धरून, प्रथम तयार केलेल्या लाल पाण्यांत तोंड बुडवून आंगठा काढावा. म्हणजे पाणी कुपींत खूब जोरानें चढेल, व त्याचा लाल रंग जाऊन पाणी निळ्या रंगाचें होईल. आमोनियाच्या कुपीचें पाण्यांत तोंड उघडतांच पाण्यानें आमोनिया शोषून घेतला, व कुपींत रिती जागा झाली, त्यांत पाणी चढलें; आमोनिया आल्केलीनें, आसिडानें लाल केलेलें पाणी, निळें केलें. कधीं कधीं पाणी इतकें जोरानें चढतें कीं, तेणेंकरून कुपी फुटते. म्हणून आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें कुपी फडक्यानें धरावी. (आकृति ८४ पहा.)

प्रयोग ९९–आमोनियाच्या या धर्मावरून एक फार मजेचा प्रयोग करितां येतो. याकरितां (आकृति ८५ पहा.) आकृतींत दाखविल्यासारखा थोरला कांचेचा गोल घ्यावा. त्याच्या तोंडास एक बूच बसवून, त्यांत अणकुचीदार बारीक भोंक असलेली नळी बसवावी. गोल आमोनिया वायूनें भरून, नळीचें तोंड लिटमसाच्या तांबड्या पाण्यांत उघडावें. म्हणजे नळींतून गोलांत उत्कृष्ट कारंजा उडतो.

प्रयोग १००–जलमिश्रित हैड्रोक्लोरिक आसिडांत कांचेचा दांडा बुडवून, तो आमोनियाच्या कुपींत धरिला, तर नवसागराच्या पांढऱ्या वाफा दांड्यासभोंवती उत्पन्न होतात. कारण आसिड व आल्केली एकत्र होऊन नवसागर हा क्षार उत्पन्न होतो.

प्रयोग १०१–एका कांचेच्या पेल्यांत मोरचुदाचा द्रव घ्यावा, आणि त्यांत आमोनिया वायूचा प्रवाह जाऊं द्यावा, किंवा सजल आमोनियाचे चार थेंब घालावे; म्हणजे हिरवट निळ्या रंगाचा सांका बसेल. परंतु ज्यास्त आमोनिया त्या द्रवांत जातांच सांका विरघळून सुंदर अस्मानी रंगाचा द्रव होईल.

प्रयोग १०२–आमोनियाच्या कुपींत बत्ती घातली तर ती विझेल.

प्रकरण २१.

लवजणज.

क्लोरीन, ब्रोमीन, आयोडीन आणि फ्ल्युओरीन.

(२०५) क्लोरीन, ब्रोमीन, आयोडीन, आणि फ्ल्युओरीन हीं चार तत्वें तुल्य धर्माचीं असून, मागें सांगितलेल्या तत्वांच्या धर्मांपासून यांचे धर्म कांहींसे भिन्न आहेत. साधारण उष्णमानावर सुद्धां यांचीं रसायकार्यें फार तीव्र असतात. यास्तव असंयुक्त स्थितींत यांपैकीं एकही आढळत नाहीं. यांची हैड्रोजनाशीं फार प्रीति आहे, व हे त्याच्याशीं संयोग पावून, हैड्रोक्लोरिक, हैड्रोब्रोमिक, हैड्रियाडिक आणि हैड्रोफ्ल्युओरिक आसिडें उत्पन्न करितात. तसेंच केवळ धातूंशीं संयोग पावून क्षार उत्पन्न कारितात. त्यांस क्लोराइड ही संज्ञा आहे. हे क्षार आसिडें व बेस एकत्र होऊन जे क्षार उत्पन्न होतात, त्यांशीं धर्मानें तुल्य असतात. यावरून या तत्वांस लवजण (क्षारोत्पादक) ही संज्ञा दिली आहे. यांतील प्रत्येकाचें अनुक्रमे वर्णन केलें आहे.

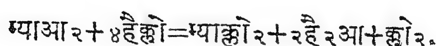
क्लोरीन (हरित्पीत.)

चिन्ह—क्लो; सं. प्र. ३५.५; वि. गु. २.४३५.

(२०६) **व्याप्ति**—क्लोरीन वायु सोडीयम धातूशीं संयुक्त झालेला असा सृष्टींत पुष्कळ सांपडतो. आपलें खाण्याचें मीठ हें सोडियम आणि क्लोरीन यांच्या संयोगापासून झालें आहे. हें समुद्राचे पाण्यांत विपुल आहे. हें मीठ जमिनींतही पुष्कळ ठिकाणीं सांपडतें. त्यास सैंधवही म्हणतात. शिवाय कित्येक जागीं झऱ्याच्या पाण्यांतही मीठ असतें. वनस्पति व पाणी यांमध्येंही याचा बराच अंश असतो.

(२०७) **वृत्तांत**—सन १७७४ सालीं **शील** या नांवाच्या विद्वानास या उपयुक्त तत्वाचा शोध लागला. हा पदार्थ वायुरूपी असतो व याचा रंग हिरवट पिंवळा असतो, म्हणून यास, क्लोरास, (हिरवट पिंवळा) या ग्रीक शब्दापासून क्लोरीन हें नांव प्राप्त झालें आहे; व मराठींत हरित्पीत हें नांव दिलें आहे.

(२०८) कृति—एका चंब्वाकृति कांचेच्या भांड्यांत किंवा रिटार्टांत म्यांगनीज धातूचा काळा आक्साइड याची भुकी व हैद्रोक्लोरिक आसिड हीं सारख्या वजनाचीं घालावीं, आणि चंबू चांगला हालवून सारा म्यागनीज आसिडानें भिजवावा. नंतर चंबूस एक बूच बसवावें व त्यास वायुवाहक वांकडी नळी बसवून चंबूस मद्याकांचे दिव्याची उष्णता बेतानें द्यावी. म्हणजे खालील सारणींत दाखविलेले संयोग वियोग होऊन क्लोरीन वायु निघूं लागतो:—


म्याआ२+४हैक्लो=म्याक्लो२+२है२आ+क्लो२.

या कृतींत आसिडांतील सर्व हैद्रोजन, म्यांगनीजमधील आक्सिजनाशीं संयोग पावून पाणी बनतें. निम्मा क्लोरीन म्यांगनीज धातूशीं संयोग पावून त्याचा क्लोराइड होतो, आणि निम्मा क्लोरीन वायुवाहक नळींतून निघतो, तो आगंतुक रीतीनें कोरड्या कुप्यांत धरावा. वायुवाहक नळी कुपींत बुडापर्यंत घालून, कुपीचे तोंडावर एक गंजीफ भोंक पाडून नळीस अडकवावी. याच्या हरित्पीत रंगावरून कुपी भरली किंवा नाहीं तें सहज समजतें. (आकृति ८६ पहा.) कुपी भरली म्हणजे ओंगण लाविलेलें बूच घालून बंद करावी. हा वायु थंड पाण्यांत फार शोषला जातो, याकरितां हा पाण्यावर धरितां येत नाहीं. पाऱ्याशींही हा त्वरित संयोग पावतो. यास्तव पाऱ्यावरही धरूं नये. आगंतुक रीतीनें किंवा ऊन पाणी वायुपात्रांत भरून त्यावरती धरावा.

(२) दुसरी कृति याहून कमी खर्चाची आहे. आपल्या खाण्याच्या मिठांत हा वायु पुष्कळ आहे; म्हणून त्यापासूनच बहुधां हा वायु काढितात. साडेदहा ($१०\frac{१}{२}$) भार गंधकाम्ल घेऊन, त्यांत ७ भार पाणी मिसळून, तें मिश्रण थंड होऊं द्यावें. नंतर त्यांत चार भार मिठाची बारीक पूड, व तीन भार म्यांगनीज याच्या काळ्या आक्साइडाची पूड घालून सर्व एकत्र करावीं, आणि चंबूस बेतानें उष्णता लावावी म्हणजे क्लोरीनवायु निघतो. या रीतीनें मिठांतील सर्व क्लोरीन मिळतो. जे संयोग वियोग होतात ते खालीं दाखविले आहेत.


म्याआ२+२सोक्लो+३है२गआ४=म्यागआ४+२सोहैगआ४+२है२आ+क्लो२

थोडासा क्लोरिनवायु तयार करणें असल्यास ही रीति त्रासदायक होते, परंतु पुष्कळ वायु याच रीतीनें तयार करितात.

(२०९) धर्म—हा वायु हिरवट पिवळ्या रंगाचा व पारदर्शक आहे. या वायूचा वास फार उग्र आहे. वास फार घेतला तर घशांत शिरून ठसका व खोकला येतो. याकरितां हा वायु तयार करिते वेळीं तो घशांत न जाई, अशाविषयीं फार जपलें पाहिजे. ईथर किंवा आल्कोहोल याची वाफ पोटांत घेतल्यानें क्लोरिनपासून उत्पन्न झालेला ठसका पुष्कळ कमी होतो. हा वायु हवेच्या सुमारें अडीच पट जड आहे. म्हणून आगंतुक रीतीनें हा वायु कुप्यांत धरितां येतो. एका पात्रांतून दुसऱ्या पात्रांत ओतते वेळीं याच्या वजनदार पिवळ्या वाफा उतरतांना दिसतात. पाणी साधारण उष्णमानावर आपल्या आकारमानाच्या दुप्पट हा वायु शोषून घेतें; व त्या पाण्यास या वायूची रुचि, गंध वगैरे सर्व धर्म प्राप्त होतात. या पाण्यास क्लोरिन मिश्रित पाणी म्हणतात. याचा उपयोग रासायनिक पृथक्करणांत फार होतो. हें पाणी अंधारांत व काळ्या कुपींत ठेवावें लागतें. नाहीं तर उजेडानें पाण्यांतील हैद्रोजनाशीं क्लोरिन मिश्र होऊन हैद्रोक्लोरिक आसिड व आक्सिजन हे पदार्थ उत्पन्न होतात; आणि त्या पाण्याचे आंगीं क्लोरिनाचे कांहीं धर्म राहत नाहींत. हा वायु ज्वालाग्राही नाहीं, व आक्सिजनाशीं साक्षात संयोग पावत नाहीं. या वायूनें भरलेल्या कुपींत पेटलेली बत्ती घातली तर धुरकट जळते, व धूर फार निघतो. याचें कारण असें आहे कीं क्लोरिनाची हैद्रोजनाशीं मात्र मोठी प्रीति आहे, आणि कार्बानाशीं मुळींच नाहीं. याकरितां दाह्य द्रव्यांतील हैद्रोजनाशीं क्लोरिन संयोग पावतो, व कार्बान वेगळा पडून धुरकट दिसतो. परंतु पुष्कळ पदार्थ क्लोरिन वायूंत आपोआप पेटतात व जळतात. फास्फरस व बहुतेक धातूंची बारीक पूड या वायूंत आपोआप पेटते. ज्यांत हैद्रोजन पुष्कळ आहे अशा कित्येक सेंद्रिय पदार्थांचेंही क्लोरिनानें पृथक्करण होऊन ते त्यांत आपोआप पेटतात. टरपेंटाइन तेलांत कागदाचा तुकडा भिजवून तो क्लोरिनांत घातला असतां पेटतो.

(२१०) हैद्रोजनयुक्त पदार्थांवर क्लोरिनाचें कार्य फार चमत्कारिक घडतें. कांहीं हैद्रोजनास संयुक्त स्थितींतून वेगळा करून, त्याशीं

क्लोरीनवायु संयोग पावतो; आणि तीव्र हैड्रोक्लोरिक आसिड उत्पन्न होतें. आणि मूळ संयुक्त पदार्थांतून जेवढा हैड्रोजन वेगळा होतो, तेवढा क्लोरीनवायु त्या पदार्थांत हैड्रोजनाच्या जागीं जाऊन संयोग पावतो. याच रीतीनें हा वायु पदार्थांस शुभ्र करितो. बहुतेक उद्भिज्ज रंगित पदार्थांत हैड्रोजन असतो. यांचे क्लोरिनानें पृथक्करण होऊन हैड्रोजनयुक्त रंगित पदार्थांचे जागीं, क्लोरीनयुक्त रंगहीन संयुक्त पदार्थ उत्पन्न होतात. या अद्वितीय धर्मांमुळेंच क्लोरिनानें शुभ्र कागद, धुवट वस्त्रें व चिटें करितां येऊं लागलीं. या वायूच्या अंगीं दुर्गंध नाहींसा करण्याचाही धर्म आहे. या सर्व धर्मांचें स्पष्टीकरण पुढील प्रयोगांवरून होईल.

प्रयोग १०३—क्लोरिनानें भरलेल्या कुपीचें बूच काढून तोंडावर एक भिंगाचा तुकडा ठेवावा, आणि तोंड पाण्यांत बुडवून तुकडा काढावा. म्हणजे थोडेंसें पाणी आंत शिरेल. तोंडावर भिंगाचा तुकडा ठेवून कुपी बाहेर काढून हालवावी, आणि पुनः पाण्यांत कुपीचें तोंड बुडवावें. म्हणजे आणखी पाणी आंत शिरेल. पुनः कुपी हालवावी आणि पुनः बुडवावी. याप्रमाणें तीन चार वेळां केलें, म्हणजे क्लोरीन मिश्रित जल तयार होतें. पुष्कळ अशा प्रकारचें पाणी प्रयोगांकरितां करणें झाल्यास, उत्पादक कुपीची वायुवाहक नळी पाण्यानें भरलेल्या कुपींत सोडावी. म्हणजे पाण्यांत वायु शोषला जाऊन क्लोरीनामिश्रित पाणी तयार होतें.

प्रयोग १०४—क्लोरिनाच्या कुपींत पेटलेली वत्ती घालावी, म्हणजे ती धुरकट जळेल.

प्रयोग १०५—एक वाटाण्या एवढा फारफरसाचा तुकडा कोरडा करून, व जाळण्याच्या चमच्यांत ठेवून क्लोरिनाच्या कुपींत घालावा. म्हणजे फास्फरस आपोआप पेटेल, व हिरवट ज्योत उत्पन्न होईल. कुपींत फास्फेरिक क्लोराइड याच्या वाफा उत्पन्न होतील.

प्रयोग १०६—टिपण्याच्या कागदाचा तुकडा टर्पेनटाइन तेलांत बुडवून क्लोरिनाच्या कुपींत घातला, तर लागलाच तो पेटतो, आणि पुष्कळ कृष्णवर्ण धूर निघतो. क्लोरीन हैड्रोजनाशीं संयोग पावतो, आणि कार्बन वेगळा पडतो.

प्रयोग १०७—अंटिमनी धातूची बारीक पूड कुपींत घातली तर ती तात्काळ पेटते, आणि त्या धातूच्या क्लोराइडाच्या वाफा उत्पन्न होतात. याप्रमाणें तांब्याचा वर्ख, बिस्मथ धातूची पूड, आणि दुसऱ्या कित्येक धातु रजोरूप क्लोरिनांत आपोआप पेटून त्याशीं संयोग पावतात.

प्रयोग १०८—क्लोरीन आणि हैड्रोजन यांची परस्पर वळकट प्रीति पहाण्याकरितां, एका थोरल्या शिशांत, दोनही वायु समान आकाराचे भरावे. काळोखांत त्यांचा संयोग होत नाहीं. परंतु उन्हांत नेतांक्षणीं त्यांचा संयोग होऊन अवाज होतो. साधारण सूर्य प्रकाशांत मंद रीतीनें ते संयोग पावतात. यांचा संयोग बत्ती लावून किंवा विद्युलतेच्या ठिणगीनेंही होतो. आक्सिजन आणि हैड्रोजन यांच्या मिश्रणासारखा मोठा अवाज होत नाहीं व प्रकाशही अगदीं अंधक असतो. संयोगजन्य पदार्थ, हैड्रोक्लोरिक आसिड उत्पन्न होतें.

प्रयोग १०९—क्लोरीन मिश्रित पाण्यानें एक मोठी कुपी भरून तिच्या तोंडास एक बूच बसवावा. काटकोनाकृति दोहों बाजूंनीं वांकविलेली, व दोहों तोंडांनीं उघडी, अशी नळी बुचांतून कुपीच्या बुडापर्यंत जाई अशी बसवावी. नंतर उन्हांत ठेवावी, म्हणजे क्लोरीन पाण्याचें पृथक्करण करून, त्यांतील हैड्रोजनाशीं संयोग पावेल. आणि हैड्रोक्लोरीक आसिड उत्पन्न होईल. हें आसिड पाण्यांत विद्राव्य असल्यानें पाणी शोषून घेईल; आणि वेगळा झालेला आक्सिजन पाण्याचे पृष्ठभागीं येईल. यामुळें तो कांहीं पाण्यास बाहेर लोटील, तें पाणी नळीवाटे बाहेर जाईल. याप्रमाणें बराच वायु शिशांत पाण्यावर जमला, म्हणजे बूच काढून त्यांत गुल असलेली काडी घातली, तर तेथल्या आक्सिजनांत उत्कृष्ट जळेल.

(२१२) उद्भिज्ज व प्राणिज रंगांचा नाश करून त्यांस शुभ्र करण्याचा या वायूचा धर्म सर्वांत फार महत्वाचा व उपयुक्त आहे. क्लोरिनानें खनिज पदार्थांपासून उत्पन्न झालेले रंग सर्वदां नाहींसे होत नाहींत, परंतु वनस्पति व प्राणी यांजपासून उत्पन्न झालेले सर्व रंग या वायूनें नाहींसे होतात. परंतु शुष्क क्लोरिनाचे आंगीं हा धर्म नसतो. क्लोरिनाबरोबर पाणी मिश्र झालेलें असलें, तरच मात्र शुभ्र करण्याची क्रिया

घडते. कोणतें रसायन कार्य होऊन रंग नाश होतो, हें वर सांगितलेंच आहे.

प्रयोग ११०—शुष्क क्लोरिनानें भरलेल्या कुपींत, निळ्या किंवा तांबड्या लिटमसाचा कोरडा कागद, किंवा पिंवळी कोरडी चिंधी घालून, कुपी बंद करून कित्येक दिवस ठेविली, तरी क्लोरीनाचें कार्य रंगावर कांहीं होत नाहीं. परंतु तो कागद व तीच चिंधी यांस आर्द्र करून कुपींत घातल्यास त्यांचा रंग जाऊन तावडतोब शुभ्र होतात.

उद्भिज व प्राणिज रंगाचा कसलाही व कितीही दिवसांचा डाग असला तरी त्यावर क्लोरीनमिश्रित पाणी घालतांच नाहींसा होतो. याच रीतीनें कागद तयार करण्या करितां काळ्या, तांबड्या, निळ्या हिरव्या, पिंवळ्या वगैरे नाना रंगांच्या चिंध्या आणून, त्या क्लोरीनानें शुभ्र करितात. शुभ्र कागद, धुवट कपडे, वेलबुटीदार चिटें वगैरे करण्याच्या कारखान्यांत, याचा उपयोग आलीकडे युरोपांत फार करितात. त्वरित शुभ्र करण्याचा धर्म पाहणें असल्यास पुढील प्रयोग करावा.

प्रयोग १११—दहा वीस लहान पेले, लिटमस, पतंग, पळसाचीं फुलें, शाई, हळद, किरमीज, नीळ इत्यादि अनेक रंगित द्रवांनीं भरावे. आणि त्यांत क्लोरीन मिश्रित पाणी एका मागून एकांत ओतीत जावें, म्हणजे सर्वांचे रंग एका मागून एक नाहींसे होतील. झाडांचीं फुलें व पानें क्लोरीन मिश्रित पाण्यांत घातलीं, तरी तीं सुद्धां तात्काळ रंगहीन होतात.

(२१२) मोठमोठ्या कारखान्यांत शुभ्र करण्याकरितां क्लोरीन मिश्रित पाण्याचा उपयोग करीत नाहींत. कारण हें पुष्कळ तयार करून हवेंत हवे तितके दिवस ठेवितां येत नाहीं. क्लोरीन व चुना यांचा संयोगी पदार्थ, चुन्याचा क्लोराइड, याचा उपयोग करितात. यास शुभ्र करण्याची पूड असें म्हणतात. चुनकळ्या चांगल्या भाजून तयार केलेला आर्द्र चुना, एका मोठ्या भाड्यांत किंवा हौदांत घालून, त्यांत क्लोरीन वायूचा प्रवाह सोडितात. येणेंकरून दोहोंचा संयोग होऊन चुन्याचा क्लोराइड तयार होतो. अशा रीतीनें केलेली पूड पाण्यांत मिसळून तो द्रव गाळितात. त्या द्रवांत रंगीत द्रव किंवा रंगीत कप-

डा टाकिला तर त्याचा रंग नाहींसा होत नाहीं. कारण या द्रवांत क्लोरीन वायु असंयुक्त स्थितींत नसतो. परंतु त्यांत सल्फ्युरिक आसिडाचे कांहीं थेंब टाकतांच रंग नाहींसा होतो. आसिडानें क्लोरीन वेगळा होतो व त्याचें कार्य रंगीत द्रवावर घडतें. या रीतीनें गडद तांबडा किंवा काळा केलेला कपडा प्रथम चुन्याच्या क्लोराइडाच्या द्रवांत भिजवून, मग जलमिश्रित गंधकाम्लांत घातला, म्हणजे रंगहीन होतो. आपल्या घरीं थोडीशी ही पूड बाळगली म्हणजे सुती किंवा तागाच्या कपड्यावरील कसलेही डाग सहज काढितां येतील. डाग पडलेल्या भागावर पाणी लावून तो डाग ओला करावा. नंतर एका बशींत शुभ्र करण्याच्या पुडीचें पाणी करून, त्यांत आसिडाचे थेंब टाकावे, आणि त्यावर डाग पडलेला कपडा धरावा, म्हणजे आसिडानें जें क्लोरीन उत्पन्न होईल, तेणेंकरून डाग जाईल. डाग न गेला तर बशींत आणखी थोडीशी पूड आणि आसिड हीं घालावीं. रेशमी कपड्यावरील डाग मात्र या रीतीनें काढूं नयेत. ते डाग गंधकाच्या वाफेनें काढावे. गंधकाम्लाच्या ऐवजीं व्हिनिगर किंवा लिंबाचा रस घातला तरी चालेल. शुभ्र करण्याच्या पुडींत पुष्कळ पाणी घालून फार पातळ द्रव करावा. येणेंकरून रंग न जाईल तर, मग पुनः थोडीशी पूड व थोडेंसें आम्ल घालावें. या रीतीनें शुभ्र करण्यास ज्यास्त वेळ मात्र लागेल. परंतु प्रथमच जर ज्यास्त क्लोराइड व आसिड पडेल, तर तेणेंकरून कदाचित् कपड्याचा नाश होईल.

(२१३) चिटें, धुवट कपडे वगैरे शुभ्र करण्याच्या कारखान्यांत कोणत्या रीतीनें कपडे शुभ्र करितात तें सांगतों. कपडे प्रथम चांगले पाण्यानें धुतात; नंतर चुन्याची निवळी, अगदीं निर्बल असें गंधकाम्लाचें पाणी, आणि अगदीं निर्बल असें कास्टिक सोड्याचें पाणी, अशीं एकत्र करून त्यांत धुतलेले कपडे घालून शिजवितात. येणेंकरून कपड्यांवरील खळ वगैरे नाहींशी होते. मग पुनः कपडे स्वच्छ पाण्यानें चांगले धुवून शुभ्र करण्याच्या पुडीच्या पाण्यांत भिजत ठेवितात. येवढ्यानें कपडे चांगले शुभ्र होत नाहींत. अगदीं निर्बल अशा गंधकाम्लाच्या द्रवांत ते बुडविले म्हणजे क्लोरीन वायु वेगळा होऊन तो कपड्यावरील रंगाचा नाश करितो. इतक्यानें देखील कपडे अगदीं

शुभ्र होत नाहींत. म्हणून ते काष्टिक सोड्याच्या द्रवांत घालितात. क्लोरीनानें रंगीत द्रव्यें विद्राव्य होतात, तीं अल्केलीनें नाहींशीं होतात. मग पुनः एकवार क्लोराइडच्या व आसिडाच्या पाण्यांत बुडवून काढून पुष्कळ पाण्यानें खळखळावून धुतात; येणेंकरून आसिडाचा अंश अगदीं नाहींसा होऊन, कपडे अगदीं शुभ्र होतात. या रीतीनें पांढरे कागद करण्याकरितां चिध्यांचा बलखही शुभ्र करितात. याप्रमाणें साक्षात् क्लोरिनानें किंवा क्लोरीनयुक्त संयुक्त पदार्थ जो क्लोराइड आफ लाइम (शुभ्र करण्याची पूड) यानें कपडे शुभ्र करितात. सैन मलमल, हरक वगैरे विलायती धुवट कपडे, व वेलबुटीदार पांढरीं चिटें यांच्या पृष्ठभागावर तंतु नसून अगदीं साफ व नितळ असतात. बारीक तंतु घालविण्याकरितां लाल भडक केलेल्या लोखंडी रूळांच्या मधून कपडे झटकन काढून घेतात. येणेंकरून सर्व तंतु जळून नाहींसे होतात. कपडे रंगवितात कसे व चिटांवर निरनिराळ्या पक्या रंगाचे वेलबूट कसे काढितात याविषयीं माहिती सेंद्रिय रसायनशास्त्रांत येईल.

रंगीत द्रवांत कपडा बुडविला म्हणजे तो रंगतो. परंतु बहुतेक रंग पाण्यानें कपडा धुतला म्हणजे जातात. पूर्वीं जेव्हां **क्यालिकट*** या गांवीं चिटें करण्याचे कारखाने होते तेव्हां तेथच्या रंगाऱ्यांस चित्रविचित्र पक्के रंग कपड्यांवर उठविण्यास फार आयास लागत. परंतु युरोपांतील रसायन वेत्त्यांनीं **मारडंट** या नांवाचे, रंग पक्के करण्याचे कांहीं रासायनिक पदार्थ शोधून काढिले आहेत. त्यांच्या योगानें रंग पक्के होतात इतकेंच नाहीं, तर एकाच मारडंटानें निरनिराळ्या रंगांचे भिन्न भिन्न रंग, व एकाच रंगाचें निरनिराळ्या मारडंटांनीं भिन्न भिन्न रंग उत्पन्न होतात. मुख्य मारडंट, तुरटी, अल्युमिनिक आसिटेट, लोखंडाचा आक्साइड, कथिलाचा आक्साइड व कथिलाचा क्लोराइड हे होत. हे सर्व धातु विशिष्ट संयुक्त पदार्थ आहेत व यांचें वर्णन धातूंच्या प्रकरणांत येईल. मारडंटाच्या द्रवांत प्रथम कपडा बुडवून नंतर रंगीत द्रवांत बुडविला, म्हणजे मारडंट रंगाशीं रसायनरीत्या संयोग

* क्यालिकट येथील चिटाच्या नमुन्यावरच युरोपांत चिटें करण्याची कृति सुरू झाली व त्यावरूनच वेलबुटीदार चिटास इंग्रजींत क्यालिको हें नांव पडलें आहे.

पावून कपड्यावर रंग पक्का करितात. याप्रमाणें कपड्यावर चित्रविचित्र रंगाचे वेलबूट छापणें असेल तेव्हांही नमुन्यानें प्रथमतः मारडंडाचा द्रव कपड्यावर लावितात आणि नंतर रंगित द्रव लावितात. वेलबूट छापण्याचे मोठे रूळ असतात व त्यावर वेलबूट कोरलेले असतात. या सर्व कृतींचें वर्णन करण्याचें यास्थळीं प्रयोजन नाहीं. परंतु रंगीत कपड्यावर पांढरे वेलबूट किंवा ठिबके क्लोरिनानें कसे उठवितात व तो प्रयोग कसा पहावा तें मात्र येथें सांगतों.

पतंग, केशर किंवा कुसुंबा यांनीं रंगविलेला लाल कपडा आहे असें समजूं. त्यावर डिंक व टारटेरिक आसिडाचा द्रव यांच्या मिश्रणानें ठशानें वेलबूट उठवावे आणि कपडा वाळवावा. नंतर क्लोराइड आफ लाइम याच्या कढत द्रवांत तो कपडा बुडवावा. म्हणजे आसिडाचें क्लोराइडावर कार्य होऊन क्लोरीन वेगळा पडेल व त्याणें ज्या स्थळीं डिंकानें आसिड लावलें असेल त्या स्थळचा मात्र रंग जाईल व पांढरे वेलबूट उठतील.

(२१४) कुजलेल्या प्राणिज शरीरांपासून ज्या उपद्रवकारक व दुर्गंधयुक्त वाफा निघतात, त्यांचा नाश करण्याचा दुसरा उपयुक्त धर्म क्लोरिनाचे आंगीं आहे. क्लोरिनाची हैड्रोजनाशीं जबर प्रीति असल्यानें, हा वायु दुर्गंधयुक्त पदार्थांतील सल्फ्युरेटेड हैड्रोजनाचें पृथक्करण करून, त्यांतील हैड्रोजनाशीं संयोग पावतो. स्पर्श संचारी रोगानें अजारी झालेले लोक ज्या कोठड्यांत असतात, त्यांतील, व दुसऱ्या दुर्गंध झालेल्या जाग्यांतील, दुर्गंध काढण्यासाठीं या वायूची धुरी चहोंकडे देतात. एका पात्रांत क्लोराइड आफ लाइम घालून, त्यांत आसिड मिश्र केलेलें पाणी ओतावें; म्हणजे त्यांतून क्लोरिन वेगळा पडून दुर्गंधीचा नाश होतो; अथवा क्लोरिन मिश्रित पाणी शिंपडल्यानेंही कार्य होतें.

हैड्रोक्लोरिक आसिड.

चिन्ह—हैक्लो; सं. प्र. ३६·५; वि. गु. १·२६१.

(२१५) अधातुरूप तत्वें आणि क्लोरीन वायु यांचे जे संयोगी पदार्थ आहेत, त्यांत क्लोरीन आणि हैड्रोजन हे दोन एकत्र होऊन बनलेला संयुक्त पदार्थ, हैड्रोक्लोरिक आसिड, हा फार उपयोगाचा व महत्वाचा आहे. हैड्रोजन आणि क्लोरीन यांची परस्पर प्रीति किती बळकट आहे, व हे दोनही वायु समाकाराचे मिश्र करून, तें मिश्रण सूर्यप्रकाशांत ठेविलें, किंवा त्यास पेटलेली बत्ती लाविली, तर ते झटकन संयोग पावून, हैड्रोक्लोरिक आसिड उत्पन्न करितात वगैरे मागें सांगितलेंच आहे. आतां हें आसिड तयार कसें करितात व याचे धर्म काय आहेत तें सांगतों.

(२१६) **कृति**—कोणत्या तरी धातूचा क्लोराइड आणि सल्फ्युरिक आसिड अशीं एकत्र उष्ण करून हैड्रोक्लोरिक आसिड तयार करितात. अच्छेर मीठ मातीच्या मुशींत घालून उष्ण करावें. त्याचा द्रव झाला म्हणजे स्वच्छ कोरड्या फरशीवर किंवा लोखंडी पत्र्यावर ओतावें. म्हणजे शीत होऊन वडी बनते, तिचे बारीक तुकडे करून कोरड्या कुपींत भरून ठेवावे; मिठाचा उपयोग करणें झाल्यास याचा करावा. मीठ हें सोडिअम धातूचा क्लोराइड आहे. या *क्लोराइडाचे खडे एक तोळाभर एका कांचेच्या चंबूंत (फ्लास्कांत) घालावे, आणि त्यांत मिठाच्या दुप्पट वजनाचें सल्फ्युरिक आसिड मिळवावें. चंबूस बूच व वायुवाहक वांकडी नळी बसविली म्हणजे उष्ण न करितांही हैड्रोक्लोरिक आसिड वायू येऊं लागतो. परंतु चंबू उष्ण केला म्हणजे फारच त्वरेनें पुष्कळ वायु निघतो. हा हवेहून जड असल्यामुळें आगंतुक रीतीनें कोरड्या कुप्यांत धरावा. पाण्यांत फार विद्राव्य असल्यामुळें वायुपात्रांत पाण्यावर धरतां येत नाहीं. कुपी भरली किंवा नाहीं, हें तिच्या तोंडाशीं बत्ती नेली म्हणजे ती जर विझली, तर ती कुपी भरली असें समजावें. मीठ आणि आसिड हीं पृथग्भूत होऊन मिठांतील

* पोट्यासिअम, आमोनिअम, क्यालसिअम वगैरेंच्या क्लोराइडांचा उपयोग केल्यास चालेल. मीठ हा क्लोराइड फार स्वस्थ असल्यामुळें बहुधा यांचाच उपयोग करितात.

ण्यांत शोषलें जाऊन कुपींतील वायु पाणी शोषून घेतें, म्हणून कुपींतील रिया जाग्यांत पाणी चढतें. व आसिडाच्या योगानें निळ्याचा तांबडा रंग होतो, या वायूनें आमोनिया सारखा कारंजाही उडवितां येतो.

प्रयोग ११४—एक कोरडी कुपी या वायूनें भरून तिच्या तोंडावर कांचेचा तुकडा ठेवावा. दुसरी कोरडी व तेवढ्याच आकाराची कुपी आमोनिया वायूनें भरावी; नंतर या कुपीचें तोंड, आसिडानें भरलेल्या कुपीच्या तोंडाशीं आणून हैद्रोक्लोरिक आसिडाच्या कुपीवरील कांचेचा तुकडा एकीकडे सारावा, म्हणजे दोनही अदृश्यवायु एकदम संयोग पावून पांढऱ्या धुरानें दोनही कुप्या भरतील. आमोनिया व हैद्रोक्लोरिक आसिड एकत्र होऊन आमोनियाचा क्लोराइड, ज्यास आम्ही नवसागर म्हणतों, तो पदार्थ बनतो; त्याच्या पांढऱ्या वाफा कुपींत दिसतात.

प्रयोग ११५—सोडिअम धातूचे वाटाण्याएवढे बारीक दोन तीन तुकडे, एका तांब्याच्या चमचांत घालून, चमचा मद्यार्काच्या दिव्यावर धरावा. ते तुकडे पेटूं लागले कीं हैद्रोक्लोरिक आसिड वायूनें भरलेल्या कुपींत घालावे, म्हणजे त्या वायूंत पेटतात. याप्रयोगांत आसिड पृथग्भूत होऊन त्यांतील क्लोरीन सोडिअम धातूशीं संयोग पावून मीठ बनतें, व हैद्रोजन वेगळा पडतो. पूर्वीं न पेटवितां सोडिअमधातूचा तुकडा टाकिला तरी तो पेटतो.

प्रयोग ११६—पाऱ्यावर या वायूनें भरलेली कुपी धरून त्यांत बर्फाचा तुकडा सारावा; म्हणजे बर्फ वितळतें, व सर्व वायु शोषला जाऊन पारा चढतो. तसेंच बर्फाच्या ऐवजीं चुन्याची भाजलेली कळी कुपींत सारली, तरी वायु शोषला जाऊन पारा वर चढतो.

(२२०) सजलहैद्रोक्लोरिक आसिडांत, एक दोन शिवायकरून कोणतीही धातु टाकिली, तरी आसिडाचें पृथग्भवन होऊन, धातु क्लोरिनाशीं संयोग पावून, तिचा क्लोराइड बनतो, व हैद्रोजन वेगळा होतो.

(२हैक्लो+ज=जक्लो$_२$+है$_२$).

(२२१) **अक्कारेजिआ**—सोनें आणि प्लाटिनम या धातु मात्र या आसिडांत विरत नाहींत, व आसिडाचें पृथग्भवन करीत नाहींत; परंतु या आसिडांत नैत्रिक आसिड मिसळलें म्हणजे त्या मिश्र आसिडाच्या आंगीं

या धातूंस विरघळविण्याचें सामर्थ्य येतें. किमयागारांस हें आसिड माहीत होतें व ते सोनें यांत विरवीत असत. युरोपांतील किमयागार, यांस यांच्या सोनें विरविण्याच्या धर्मावरून, अक्वारेजिआ (भूपजल) असें म्हणतात. या आसिडांतून जो क्लोरीन वेगळा होतो, त्याच्या योगानें याचें तीव्र कार्य घडतें. याचा उपयोग करितांना यास मंदोष्णता द्यावी. फार उष्णता दिल्यानें क्लोरीन वायु व्यर्थ जातो. नैत्रिक आसिडांतून नैत्रोजन द्विआक्साइड (नैआ२) वेगळा पडतो. आणि हा पदार्थ कांहीं क्लोरिनाशीं संयोग पावून, नैत्रोजनाचे आक्सिक्लोराइड (नैआक्लो) आणि (नैक्लो२) हे पदार्थ उत्पन्न होतात, व त्यांच्या तांबुस पिंवळ्या वाफा निघतात.

प्रयोग ११७–एका परीक्षा नळींत थोडेंसें हैद्रोक्लोरिक आसिड घे-ऊन त्यांत सोन्याचा वर्ख अगर तुकडा टाकावा, आणि कढवावें. सोन्या-वर कांहीं कार्य घडणार नाहीं. नंतर त्यांत नैत्रिक आसिडाचे चार थेंब घालावे. म्हणजे तात्काळ सोन्यावर कार्य घडून सोन्याच्या क्लोरा-इडाचा पिंवळा द्रव बनतो.

(२२२) **परीक्षा**—हैद्रोक्लोरिक आसिड, किंवा विद्राव्य क्लोराइड कोणत्याही द्रवांत संयुक्त किंवा असंयुक्त स्थितींत आहे किंवा नाहीं याची परीक्षा रुप्याच्या नैट्रेटाच्या द्रवानें करितां येते. कारण नैत्रेटा-च्या द्रवानें पांढरा दह्यासारखा रुप्याच्या क्लोराइडाचा सांका उत्पन्न होतो. हा सांका आमोनियाच्या द्रवांत मात्र विद्राव्य असतो. नैत्रिक आसिडांत विद्राव्य नसतो. तसेंच पाऱ्याच्या नैत्रेटानेंही हैद्रोक्लोरिक आसिड व क्लोराइड आहेत किंवा नाहींत याची परीक्षा होते. पाऱ्याच्या नैत्रेटाच्या द्रवानें पाऱ्याच्या क्लोराइडाचा (रस कापुराचा) पांढरा सांका बसतो. हा सांका क्लोरीन मिश्रित पाण्यांत मात्र विद्राव्य असतो. नैत्रिक आसिडांत सांका विद्रुत होत नाहीं व आमोनियानें काळा पडतो.

प्रयोग ११८—एका नळींत मिठाचे चार खडे पाण्यांत विरघळ-वावे तो द्रव दुसऱ्या दोन नळ्यांत घालावा. (१) एका नळींतील द्रवांत, रुप्याच्या नैत्रेटाच्या द्रवाचे चार थेंब घालावे. म्हणजे रुप्याचा क्लोराइड उत्पन्न होऊन सर्व द्रव दुधा सारखा पांढरा होईल. या पांढऱ्या द्रवाचे दोन विभाग करावे. एकांत नैत्रिक आसिडाचे चार

थेंब घालावे कांहीं फेरफार घडणार नाहीं. दुसऱ्यांत आमोनियाच्या पाण्याचे चार थेंब घालवे, म्हणजे पांढरा द्रव निवळ होईल. कारण रुप्याचा क्लोराइड आमोनियांत विद्राव्य आहे, म्हणून द्रव स्वच्छ झाला. (२) दुसऱ्या नळींतील मिठाच्या द्रवांत, पाऱ्याच्या नैत्रेटाच्या द्रवाचे चार थेंब घालावे. म्हणजे नळींत रसकापुराचा पांढरा सांका दिसेल. या पांढऱ्या द्रवाचे तीन विभाग करून एकांत नैत्रिक आसिड घालावें; कांहीं फेर दृष्टीस पडणार नाहीं. दुसऱ्यांत आमोनिया घातला म्हणजे पांढरा द्रव काळा होईल. तिसऱ्यांत क्लोरीन मिश्रित पाणी घालावें. पांढरा द्रव निवळ होईल. हैड्रोक्लोरिक आसिडाच्या द्रवावर हेच परिणाम होतील.

(२२३) **क्लोराइड**—क्लोरीन दुसऱ्या तत्वाशीं संयोग पावून जो संयुक्त पदार्थ होतो त्यास क्लोराइड म्हणतात. हैड्रोक्लोरिक आसिड हें हैड्रोजनाचा क्लोराइड आहे. क्लोरिनांत दुसरे पदार्थ जाळण्याचे वगैरे जे प्रयोग सांगितले त्यांत क्लोराइड उत्पन्न झाले.

(२२४) **क्लोरिनाचे आक्साइड**—क्लोरीन आक्सिजनाशीं साक्षात् संयोग पावत नाहीं. परंतु त्याचे तीन वायुरूपी संयुक्त पदार्थ बनतात. त्यांचा रंग तांबडा किंवा पिंवळा असून त्यांस उग्र वास असतो. ते अस्थीर असून उष्णतेनें पृथग्भूत होतात. हैपोक्लोरस आक्साइड (क्लो$_2$आ), क्लोरस आक्साइड (क्लो$_2$ आ$_3$) आणि क्लोरिक आक्साइड (क्लोआ$_2$) हे ते तीन पदार्थ होत. या पैकीं पहिले दोन पाण्याशीं मिळून आसिडें उत्पन्न करितात. हे पोक्लोरस आसिड (हैक्लोआ), आणि क्लोरस आसिड, हीं दोन; व क्लोरिक (हैक्लोआ$_3$) आणि पर क्लोरिक (हैक्लोआ$_4$) हीं दोन अशीं आक्सिजन आणि क्लोरीन असलेलीं चार आसिडें माहीत आहेत. हीं सर्व अस्थीर असल्यामुळें क्वचितच तयार करितात. यांपासून उत्पन्न होणारे क्षार फार महत्वाचे आहेत. त्यांपैकीं क्लोरेट हेच फार उपयोगी आहेत. त्यांचें थोडेंसें वर्णन करून हें प्रकरण आटपितों.

(२२५) **क्लोरेट**—नैत्रेट व सल्फेट यांच्या वर्गांतलेच हे आहेत. व त्यांप्रमाणेंच क्लोरिक आसिडांतील हैड्रोजनाची जागा धातु व्यापतात व हे क्षार बनतात.

क्लोरिक आसिड. पोट्यासिअम. पोट्यासिक क्लोरेड. हैड्रोजन.

हैक्लोआ३ + पो = पोक्लोआ३ + है.

धर्म–निखाऱ्यांवर क्लोरेट टाकिला तर तो जळतो व ठिणग्या उडतात. हे उष्ण केल्यानें यांतून आक्सिजन निघतो व मागें क्लोराइड राहतात. हे पाण्यांत विद्राव्य आहेत, आणि रुप्याच्या नैत्रेटाच्या द्रवानें यांच्या द्रवांत सांका बसत नाहीं. गंधक, फास्फरस वगैरे दाह्य पदार्थांशीं मिसळून, तें मिश्रण हातवड्यानें ठोकिलें, किंवा उष्ण केलें, तर ते जळतात व मोठा बार होतो. कधीं कधीं थोडेंसें घर्षण होतांच मोठा अवाज होतो. क्लोरेटाच्या द्रवांत कागद भिजवून वाळविळा तर तो रंजकी सारखा पेटतो.

प्रयोग ११९—निखाऱ्यांवर पोट्यासिक क्लोरेटाची पूड टाकावी, म्हणजे सुंदर ठिणग्या उडतील.

प्रयोग १२० —अर्धी गुंज गंधकाची पूड व तीन गुंजा पोट्यासिक क्लोरेटाची पूड अशीं मिश्र करून खलबत्यांत खलावीं, म्हणजे घर्षणानें एका मागून एक असे बार होतील. येणेंकरून कधीं कधीं खलबता फुटतो. वरील प्रमाणानें दोनही पदार्थ मिसळून जाड कागदांत मिश्रणाच्या लहान पुड्या बांधाव्या. पुडीवर हातवड्याचा किंवा मोठ्या दगडाचा घाव मारावा म्हणजे थोरला बार होऊन कानठाळ्या आगदीं बसतील.

प्रयोग १२१—गंधकाच्या जागीं आंटिमनीचा सल्फाइड घेतल्यास याहूनही मोठा अवाज होतो.

प्रयोग १२२—एका पेल्यांत पोट्यासिक क्लोरेटाचे तीन तुकडे घालून त्यांवर पाणी घालावें. त्यांत वाटाण्याच्या डाळी एवढा फास्फरसाचा तुकडा टाकावा. नंतर गळणी असलेल्या अशा लांब नळींतून एकदम तळाशीं पोंचे असें चमचाभर सल्फ्युरिक आसिड ओतावें. म्हणजे तडतड अवाज होऊन फास्फरस पेटेल. कारण क्लोरेटाचें पृथक्करण होऊन क्लोरिक आक्साइड वेगळा पडतो, त्यांत फास्फरस पेटतो.

प्रकरण २२.

आयोडीन.

चिन्ह–आय प. गु. १२७; वि. गु. ४.९४७,

(२२६) **व्याप्ति**—आयोडीन हा पदार्थ समुद्रांत, व मुख्यत्वें करून समुद्रकांठाच्या झाडांमध्यें पोटयासिअम किंवा सोडिअम ह्यांशीं संयुक्त झालेला असतो. याशिवाय स्पंज, शिंपीचे जीव, काडवस्केट मासे इत्यादि समुद्रांतील जीव समुद्राचे पाण्यांतून हा पदार्थ शोषून घेतात. यामुळें त्यांतही हा सांपडतो. कित्येक खनिजोदकांत, दगडांत व अशोधित धातूंत हा पदार्थ आढळतो. मेक्सिकोदेशांत रुप्याशीं व सिलिशिआमध्यें जस्ताशीं संयुक्त झालेला हा आढळतो.

(२२७) **वृत्तांत**–समुद्र कांठच्या झाडांच्या राखेंतून पापडखार काढण्याच्या कारखान्यांतून जें पाणी टाकून देतात, त्या पाण्यांत हा पदार्थ आहे असा ‘ कोर्टाइस ’ या शास्त्रवेत्यास प्रसंगवशात् सन १८१२ सालीं शोध लागला.

(२२८) **कृति**–समुद्रकांठचीं व समुद्रांतील लहान लहान झाडें उन्हांत चांगलीं वाळवून, तीं उथळ खाडे काढून, त्यांत मंद रीतीनें जाळतात. तीव्र उष्णता लाविली तर यांतील सोडयाचा आयोडाईड हा चपल पदार्थ उडून पुष्कळ नाहींसा होईल. अशा रीतीनें अर्धवट जळून तयार झालेल्या रक्षेचे बारीक तुकडे करून कढत पाण्यांत विरवितात. निमी रक्षा पाण्यांत विरते, बाकी जी राहते ती टाकून देतात नंतर हा द्रव उथळ पात्रांत घालून आटवितात. येणेंकरून द्रवांत जे कमी विद्राव्यक्षार असतात ते स्फाटिक रूपानें वेगळे होतात. तेहि टाकून देऊन बाकीच्या द्रवांत त्याच्या $\frac{1}{2}$ सल्फ्युरिक आसिड मिसळून २४ तासपर्यंत तसेंच राहूं देतात. येणेंकरून त्यांतील वायुरूपी पदार्थ निघून सोडयाच्या सल्फेटाचे स्फटिक तळीं बसतात. या स्फटिकावरचा द्रव ओतून घेऊन, एक शिशाच्या किंवा दगडी रिटार्टंत घालतात. हा रिटार्ट वालुका पात्रांत बसवून वालुकापात्र भट्टींत ठेवून त्यास मंदाग्नि लावितात. [आकृति ८८ पाहा] रिटार्टाच्या वरच्या आंगास दोन **ब** आणि **क** हीं छिद्रें असतात. तीं चिकण मातीनें किंवा पट्टीनें बंद

कारितात. रिटार्टाचें उष्णमान १४०° फ्या. झालें म्हणजे ब छिद्रांतून म्यांगनीज धातूच्या काळ्या आक्साइडाची पूड टाकितात. बेतानें उष्णता लावीत गेलें म्हणजे रिटार्टांत जो आयोडीन वाफ रूपानें उडतो तो गोलाकृति ड ग्राहकांत जमतो. रिटार्टास जें दुसरें क छिद्र असतें त्याचा उपयोग इतकाच कीं, रिटार्टाचे तोंडांत आयोडिनाचे स्पटीक जमून जर द्वार बंद झालें, तर तें मोकळें कारितां यावें. २१२° फ्या. इतकें किंवा ह्याहून ज्यास्त उष्णमान झाल्यास द्रवांतील सोड्याच्या क्लोराइडाचें पृथक्करण होऊन क्लोरीन उत्पन्न होतो, आणि तो आयोडिनाशीं संयोग पावून आयोडिनाचा क्लोराइड हा पदार्थ उत्पन्न होतो. याकरितां उष्णता बेतानें लाविली पाहिजे. रिटार्टांत जें पृथक्करण होतें तें खालीं दाखविलें आहे. मोठ्या कारखान्यांत इ फ सारखे आणखी दोन चार ग्राहक डस जोडितात.

२ सोआय+म्याआ$_{२}$+३ है$_{२}$गआ$_{४}$=२सोहैगआ$_{४}$

+म्यागआ$_{४}$+२है$_{२}$आ+आय$_{२}$.

रसायनशालेंत आयोडीन करून पाहणें असल्यास सोड्याचा आयोडाइड आयताच घेऊन, त्यांत म्यांगनीज धातूचा आक्साइड व आसिड मिश्र करून काढावा. (आ० ८९ पाहा.) आकृतींत दाखविल्याप्रमाणें यंत्रें जोडावीं.

(२२९) धर्म–आयोडीन हा पदार्थ घन असतो. याचे निळसर काळ्या रंगाचे स्पटिक असतात. यांस शिसेगोसारखी तकाकी असते. साधारण उष्णमानावर वाफ रूपानें उडून जातो. यास चमत्कारिक वास येतो; तो क्लोरिनासारखा कांहींसा असतो. २१२° फ्या. हून ज्यास्त उष्णमान दिलें म्हणजे न वितळतां एकदम त्याच्या सुंदर किरमिजी रंगाच्या वाफा होतात. त्या थंड जागीं थिजून त्यांचे चपटे स्पटिक बनतात. हा त्वचेला पिंगट कारितो. परंतु तो डाग कांहीं वेळानें नाहींसा होतो. हा पदार्थ पाण्यांत फारच थोडा विरघळतो. परंतु आल्कोहोल व दुसरे मद्यार्क यांमध्यें फार विरघळतो. धातूंच्या आयोडाइडांच्या द्रवांतही हा विरघळतो. आयोडिनाचा द्रव साधारण सुजेवर लाविला असतां गुण येतो.

प्रयोग १२३—अदमासें दोन गुंजा आयोडीन एका फ्लास्कांत घालून दिव्यावर उष्ण करावा. फ्लास्कावर एक ग्राहक ठेवावा. म्हणजे कांहीं वेळानें आयोडीन वितळून फ्लास्क व वरील ग्राहक सुंदर किरमिजी रंगाच्या वाफांनीं भरून जातील. नंतर ग्राहक थंड होऊं दिला म्हणजे त्याच्या आंतील बाजूंनीं आयोडिनाचे स्फटिक जमतील.

प्रयोग १२४—चार लहान परीक्षा (टेस्टट्युब) नळ्या घेऊन प्रत्येकींत अर्ध गुंज आयोडीन घालावा. पहिलींत संध्येची पळीभर पाणी घालावें. दुसरींत तितकाच आल्कोहोल, व तिसरींत तितकेंच इथर घालावें. चवथींत गुंज किंवा दीड गुंज पोट्यासिक आयोडाइड घालून नंतर थोडेंसें पाणी घालावें. पाहिल्या नळींत कांहींसें पिंवळट पाणी होईल, परंतु आयोडीन विरघळणार नाहीं, परंतु बाकीच्या तिन्ही नळ्यांत आयोडीन विरघळून अति पिंगट रंगाचा द्रव होईल. आल्कोहोलांतील आयोडीनाच्या द्रवांत त्याच्या दुप्पट पाणी घालावें. म्हणजे पाण्यांत आयोडीन अविद्राव्य असल्यामुळें तें आल्कोहोलांतून आयोडिनास वेगळा करितें. चवथ्या नळींत पाणी घातल्यास आयोडीन वेगळा पडत नाहीं.

प्रयोग १२५—एका परीक्षा नळींत दोन गुंजा आयोडीन घालून तींत चार थेंब पाणी घालावें. नंतर तींत अर्ध गुंज लोखंडाचा कीस घालावा. म्हणजे लोखंडाच्या आयोडाइडाचा हिरवा द्रव होईल.

प्रयोग १२६—जस्ताचा कीस घातल्यास त्याच्या आयोडाइडाचा रंगहीन द्रव होईल.

प्रयोग १२७—एका कौलावर फास्फरसाचे वाटाण्या एवढे दोन तीन तुकडे ठेवून त्यांवर आयोडीनाचे स्फटिक घालावे. म्हणजे फास्फरस पेटेल.

आयोडाइड—आयोडिनाशीं दुसरे शुद्ध पदार्थ संयोग पावले म्हणजे त्या संयुक्त पदार्थांस आयोडाइड म्हणतात. धातूंच्या आयोडाइडांचें क्लोरीन वायूनें पृथक्करण होतें व आयोडीन वेगळा होतो. संयुक्त आयोडिनाची परीक्षा करण्यास ही गोष्ट उपयोगी पडते. *स्टार्चाच्या

* अरारूट म्हणजे तवकील हा एक प्रकारचा स्टार्च आहे. गहूं, तांदूळ, रताळीं, बटाटे वगैरेंपासून त्यांचे जें सत्व काढितात त्यासच स्टार्च ही संज्ञा आहे.

द्रवानें आयोडिनाची उत्कृष्ट परीक्षा होते. या रीतीनें (१०,००,०००) दहा लक्ष भागांत एक भाग आयोडीन असला तरी ओळखितां येतो. स्टार्चाच्या द्रवांत मोकळा आयोडीन टाकिला कीं तत्क्षणीं त्या द्रवास उत्कृष्ट व सुंदर निळा रंग येतो.

प्रयोग १२८—एक मासाभर तवकील १० मासे पाण्यांत घालून त्याचा द्रव करावा. नंतर त्यांत आणखी ४०।५० मासे कढत पाणी घालून एक मिनिट उकडावें, आणि थंड होऊं द्यावें. यांतील थोडासा बलक एका परीक्षा नळींत पाण्यांत विरवून त्यांत वरील प्रयोगांत केलेल्या आयोडिनाच्या द्रवाचे दोन तीन थेंब टाकावे म्हणजे द्रवाचा रंग तात्काळ सुंदर निळा होतो. ज्या द्रवांत आयोडिनाचा संशय असेल, त्यांत स्टार्चाचा थोडासा थंड द्रव टाकिला कीं असंयुक्त आयोडीन असल्यास त्याचा रंग निळा होईल. परंतु तो संयुक्त अवस्थेत असला तर निळा रंग होत नाहीं. तो मोकळा करण्यासाठीं त्यांत क्लोरीन मिश्रित पाणी घालावें, म्हणजे आयोडीन वेगळा होऊन लागलाच निळा रंग दिसूं लागतो.

प्रयोग १२९–स्टार्चाच्या द्रवांत पोट्यासिक आयोडाइडाच्या द्रवाचे चार थेंब टाकावे. द्रवाचा रंग बदलत नाहीं. आतां यांत क्लोरीन मिश्रित पाण्याचे दोन थेंब टाकावे, म्हणजे तात्काळ द्रवास निळा रंग येतो. याचें कारण असें आहे कीं क्लोरिनानें आयोडाइडाचें पृथक्करण करून, त्यांतील पोट्यासिअम् धातूशीं तो संयोग पावला, आणि आयोडीन वेगळा पडला. निळ्या झालेल्या द्रवांत जर आणखी थोडेंसें क्लोरीन मिश्रित पाणी टाकिलें, तर पुनः रंग नाहींसा होतो. कारण मोकळा झालेला आयोडीन क्लोरिनाशीं संयोग पावून क्लोरिनाचा आयोडाइड बनतो.

क्लोरीन मिश्रित पाण्याच्या जागीं शुभ्र करण्याच्या पुडीच्या (ब्लीचिंग पाउडरच्या) द्रवाचा उपयोग केल्यास चालेल.

प्रयोग १३०–स्टार्च व आयोडीन यांचा संयोग होऊन निळ्या रंगाचा स्टार्चाचा आयोडाइड बनतो. हा निळा द्रव कढवावा म्हणजे निळा रंग नाहींसा होतो. थंड केला म्हणजे पुनः निळा रंग येतो. याचें कारण बराबर अद्याप समजलें नाहीं.

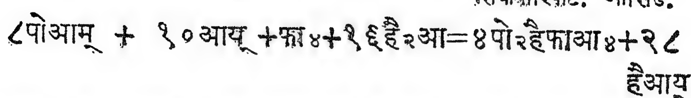
(२३०) आयोडीन हा धातूंशीं इतका जलद संयोग पावतो कीं, धातूंच्या क्षारांत आयोडाइडाचा द्रव घातला कीं, लागलाच त्यांतील आयोडीन, धातूशीं संयोग पावून त्या धातूचा आयोडाईड होतो. उदाहरण शिशाच्या किंवा रूप्याच्या क्षारांत पोट्यासिक आयोडाइडाचा द्रव घातला, तर आयोडीन शिशाशीं व रूप्याशीं संयोग पावून त्या धातूंच्या आयोडाइडांचे केशरी व काळसर रंगाचे सांके तळीं बसतात. सूर्यकिरणानें तसबिरी काढण्यांत **पोट्यासिक आयोडाइड** मिश्रित **कोलोडिअन** भिंगावर सारवून, त्याचा थर त्यावर जमला म्हणजे तें भिंग रूप्याच्या नैट्रेटाच्या द्रवांत ठेवितात, येणेंकरून भिंगावर आयताच रूप्याच्या आयोडाइडाचा थर जमतो. या रूप्याच्या क्षारावर प्रकाशाचें कार्य होऊन तसबीर निघते.

आयोडाइड आफ पोट्यासिअम हा मोठा औषधी पदार्थ आहे. आल्कोहोलांत किंवा दुसऱ्या रीतीनें केलेला आयोडिनाचा द्रव, सुजीवर फार उपयोगी आहे. सूज आलेल्या भागावर आयोडिनाचा द्रव सारविला, तर सूज कमी होते. गंडमाळा, मन्यास्तंभ वगैरे रोगांवर याचा फार उपयोग होतो.

आयोडिनाचे संयुक्त पदार्थ क्लोरिनाच्या संयुक्त पदार्थांसारखेच आहेत, परंतु यांची संख्या फार थोडी आहे. सर्वांचें विवरण न करितां, त्यांतील हैड्रियाडिक आसिड या चमत्कारिक पदार्थाचें वर्णन करून आयोडीन प्रकरण आटपितों.

(२३१) **हैड्रियाडिक आसिड**—चि.—हैआयु; सं. प्र. १२८; वि. गु. ४·४४३. आयोडिनाची वाफ हैड्रोजनाशीं मिश्र करून, आरक्तोष्ण केलेल्या एका नळींतून सोडिली, म्हणजे आयोडीन व हैड्रोजन हे संयोग पावून हैड्रियाडिक आसिड उत्पन्न होतें. याहून सुलभ व चांगली रीति अशी आहे. एका लहानशा रिटार्टांत १० भाग पोट्यासिक आयोडाइड, ५ भाग पाणी, आणि २० भाग आयोडीन अशीं घालून त्यांत जपून कांहीं फास्फरसाचे बारीक तुकडे घालावे. नंतर त्यास बेतानें उष्णता लाविली, म्हणजे हैड्रियाडिक आसिड पुष्कळ निघतें; तें आगंतुक रीतीनें धरावें. प्रथमतः फास्फरस व आयोडीन यांचा संयोग होऊन फास्फरसाचा आयोडाइड होतो. त्याचें पाण्यानें पृथग्भवन

होऊन फास्फेरिक व हैड्रियाडिक अशीं आसिडें उत्पन्न होतात; आणि फास्फेरिक आसिडाचें पोट्यासिक आयोडाइडावर कार्य होऊन आणखी हैड्रियाडिक आसिड उत्पन्न होतें. रिटार्टांत संयोग वियोग होऊन शेवटीं एक बिकट संयोगी पदार्थ मागें राहून आसिड कसें निघतें हें खालीं दाखविलें आहे.


पोट्यासिक आयोडाइड. आयोडीन. फास्फ. पाणी. हैड्रोह्निपोट्या-सिकफास्फेट. हैड्रियाडिक आसिड.

८पोआय् + १०आय् + फा$_{४}$ + १६है$_{२}$आ = ४पो$_{२}$हैफाआ$_{४}$ + २८ हैआय्

हा वायु ज्वालग्राही किंवा ज्वालाप्रवर्तक नाहीं. हा स्वतः रंगहीन आहे. परंतु हवेंत सोडला असतां याच्या धुरासारख्या वाफा निघतात; व त्यांस ठसका आणण्यासारखा उग्र वास असतो. हवेच्या चौपट हा पदार्थ जड आहे. हा पाण्यांत पुष्कळ शोषला जातो. सजल हैड्रियाडिक आसिड तयार करणें असल्यास, पाण्यांत आयोडीन टाकून, त्याचा रंग नाहींसा होईपर्यंत त्या पाण्यांत सल्फ्युरेटेड हैड्रोजन वायु सोडावा. म्हणजे गंधक खालीं बसून हैड्रियाडिक आसिड पाण्यांत विरघळलेलें राहतें. (२है$_{२}$ग+२आय्$_{२}$=४हैआय्+ग$_{२}$). क्लोरिनानें याचें तात्काळ पृथग्भवन होतें, आणि आयोडीन वेगळा पडतो. याचा द्रव हवेंत ठेविला असतां तो हवेंतील आक्सिजनास शोषितो. या आसिडाच्या द्रवांत पुष्कळ आयोडीन विरघळतो व द्रवाचा रंग तांबडा होतो.

आयोडिनाचे दोन आक्साइड आहेत, त्यांपैकीं आयोडिक आसिड (आय्$_{२}$आ$_{५}$) हा कांहींसा महत्वाचा आहे. आयोडीन व नैत्रिक आसिड यांस एका रुंद कांचपात्रांत घालून, आयोडीन पुरता आक्सिडाईज होई तोंपर्यंत त्यांस उकडावीं, आणि जें नैत्रिक आसिड राहतें तें आटवून टाकावें म्हणजे आयोडिक आसिड शेष राहतें.

आयोडिक आसिडाचे पांढरे पारदर्शक स्फाटिक असतात. हे पाण्यांत फार विरघळतात. हें आसिड ज्वालग्राही पदार्थांशीं मिश्र करून उष्ण केलें असतां अवाज न होतां पृथग्भूत होतें व आयोडीन वेगळा पडतो. अफिणीची, किंवा अफिणींतील मार्फिया नामक सत्वांशाची परीक्षा करण्यांत या आसिडाचा मुख्य उपयोग होतो. मार्फिया,

आयोडिक आसिडाच्या द्रवांत टाकिला असतां, त्याचें पृथक्करण करून आयोडिनास वेगळा करितो. तो आयोडीन त्याच्या तांबूस रंगावरून व तो स्टार्चाशीं मिसळिला तर निळा रंग उत्पन्न करितो यावरून ओळखितां येतो.

ब्रोमीन (दुर्गंध.)

चिन्ह. ब्रो.; सं. प्र. ८०; वाफेचें वि. गु. ५·५४; द्रवाचें ३·१८७

(२३२) **व्याप्ति**–ब्रोमीन समुद्राच्या पाण्यांत मग्निशिअम धातूशीं संयुक्त झालेला असा सूक्ष्म प्रमाणानें सांपडतो. कित्येक खनिजोदकांत, समुद्र किनाऱ्यावरील वनस्पतींत आणि जलचरांत याचा अंश असतो. मृत समुद्राच्या पाण्यांत हा पदार्थ पुष्कळ सांपडतो. सारांश ज्या स्थळीं मीठ सांपडतें, त्या स्थळीं ब्रोमीन बहुत करून असतोच. अलीकडे रूप्याशीं संयुक्त झालेला असा कित्येक खाणींत हा पदार्थ आढळला आहे.

(२३३) **कृति**–समुद्रोदकांत ब्रोमीन आहे. हा शोध **बालार्ड** याणें सन १८२६ सालीं लाविला. मीठ काढण्याकरितां समुद्रोदक आटवितात. मिठाचे स्फटिक तळीं जमले म्हणजे ते चाळणीनें काढून घेतात, व जें पाणी राहतें त्यास मदराळिकर म्हणतात, व त्यांतून ब्रोमीन काढितात. हा दाट तेलसर द्रव असतो. यांत ब्रोमीन मग्निशिअम धातूशीं संयोग पावलेला असतो. या द्रवांत क्लोरीन वायूचा प्रवाह सोडितात. द्रवाचा रंग पिवळट तांबडा झाला म्हणजे प्रवाह बंद करितात. क्लोरिनाची रसायनप्रीति ब्रोमिनापेक्षां धातूंशीं बळकट आहे. द्रवांतील मग्निशिअम धातूचा ब्रोमाइड क्लोरिनानें पृथग्भूत होतो, आणि त्यांतील मग्निशिअम, क्लोरिनाशीं संयोग पावून त्या धातूचा क्लोराइड (मक्लो२) बनतो, आणि ब्रोमीन वेगळा पडतो. यामुळें द्रवास सोनेरी पिवळा रंग येतो. या द्रवांत ईथर हा मद्यार्क घालून हालवितात. ईथरांत वेगळा पडलेला सर्व ब्रोमीन विरघळतो. नंतर वरच्या तोंडास चांगला कांचेचा बूच आहे, व खालच्या तोंडास कांचेचें मळसूत्र व कळी आहे असा दोन तोंडांचा कांचेचा गोल घेऊन त्यांत

वरील मिश्रण घालतात. (आ० ९० पहा). म्हणजे ईथराचा पिंवळा थर पृष्ठभागीं जमतो. खालच्या तोंडाची कळी फिरवून ईथराच्या खालचा द्रव हळूच काढून टाकितात. मग ईथराच्या द्रवांत कास्टिक पोटयाश याचा द्रव मिसळून मिश्रण हालवावें, म्हणजे पिंवळा रंग लागलाच नाहींसा होतो. कारण पोटयासिक ब्रोमाइड आणि पोट्यासिक ब्रोमेट हे बनून पाण्यांत विरघळलेले राहतात, आणि ईथर पृष्ठभागीं जमतें.

$$३ब्रो_{२}+६पोहैआ=पोब्रोआ_{३}+५पोब्रो+३है_{२}आ.$$

इथर वेगळें काढून बाकीचा द्रव आटवून कोरडा करितात. नंतर त्यांत थोडीशी कोळशाची पूड मिसळून त्यास सौम्य उष्णता देतात. येणेंकरून पोट्यासिक ब्रोमेटांतून आक्सिजन निघून जातो. आणि बाकी ब्रोमाइड आणि कोळशाची पूड हे पदार्थ राहतात. त्यांत म्यांगनीझ धातूचा द्विआक्साइड आणि सल्फ्युरिक आसिड हे पदार्थ मिसळून रिटार्टांत उष्ण करितात. म्हणजे ब्रोमिनाच्या तांबड्या व दाट वाफा निघतात; त्या पाण्यानें भरलेल्या, व बर्फानें थंड केलेल्या ग्राहकांत धराव्या. पृथग्भवन क्लोरिनाच्या कृतीप्रमाणेंच होतें.

$$२ पोब्रो+म्याआ_{२}+३है_{२} गआ_{४}=२पोहैगआ_{४}+म्यागआ_{४} +२है_{२}आ+ब्रो_{२}$$

वरील कृतींत ब्रोमीन कसा वेगळा पडतो हें थोडक्यांत पहाणें असल्यास, तीन चार गुंजा पोट्यासिक ब्रोमाइड, ५½ ड्राम पाण्यांत विरघळावा. लांब व रुंद तोंडाची नळी घेऊन त्यांत हा द्रव घालावा. यांत सुमारें दीड ड्राम क्लोरीनमिश्रित पाणी आणि तितकेंच ईथर अशीं मिसळावीं व मिश्रण हालवावें. ईथरांत ब्रोमीन विरघळून त्याचा पिंवळा द्रव पृष्ठभागीं जमेल. ईथराचा द्रव दुसऱ्या भांड्यांत ओतून घेऊन तितकाच त्यांत कास्टिक पोट्याशाचा द्रव मिसळावा म्हणजे पिंवळा रंग जाऊन रंगहीन ईथर पृष्ठभागीं जमेल. (आ. ९१ पहा.)

(२३४) **धर्म**—पाऱ्यासारखा द्रवरूप ब्रोमीन हाच दुसरा एकाकी पदार्थ द्रवरूप आहे. याचा रंग गडद तांबडा असतो. साधारण उष्ण मानावर यांतून काळसर तांबड्या वाफा निघतात. त्यांस फार दुर्गंध असतो.

म्हणून ब्रोमास (दुर्गंध) या ग्रीक शब्दावरून ब्रोमीन हें नांव यास दिलें आहे. याचा परिणाम प्राण्यांवर विषकारक होतो. पाण्याच्या तिप्पट हा पदार्थ जड आहे. पाण्यांत हा विद्राव्य नाहीं; ईथर आणि आल्कोहोल यांमध्यें हा विरतो. याचीं रसायन कार्यें क्लोरिनासारखींच घडतात, परंतु याचे धर्म त्याच्या इतके तीव्र नाहींत. साधारण उष्ण मानावर देखील हा फार उडून जातो म्हणून यास बंद व मजबूत अशा कुपींत घालून पाण्यांत किंवा गंधकाम्लांत ठेवावा लागतो. ब्रोमीन १४९.४° फ्या. वर कढतें, तेव्हां याच्या ज्या वाफा निघतात त्या, नैत्रोजनाच्या परआक्साइडासारख्या, रंगानें असतात. हा पदार्थ त्वचेला खातो, व नैत्रिक आसिडाप्रमाणें त्वचेला याचा डाग पिंवळा पडतो. ब्रोमिनाची वाफ स्वत: पेटत नाहीं, व त्यांत पेटलेली वात तेवत नाहीं. आर्द्र स्थितींत असतां याच्या अंगीं क्लोरिनाप्रमाणें शुभ्र करण्याचा धर्म आहे. स्टार्चबरोबर हा पदार्थ मिसळला तर एक प्रकारचा पिंवळा किंवा फिकट नारंगी रंगाचा पदार्थ उत्पन्न होतो. ब्रोमीन हैड्रोजनाशीं संयोग पावून हैड्रोब्रोमिक आसिड (हैब्रो) हा वायुरूपी पदार्थ उत्पन्न होतो. यांतून वाफा निघतात, व हा पाण्यांत फार विद्राव्य आहे. हैड्रोक्लोरिक आसिडासारखे याच्या आंगीं तीव्र आसिडाचे धर्म असतात. आक्सिजनयुक्त अशींही ब्रोमिनाचीं आसिडें होतात. ब्रोमिक आसिड (हैब्रोआ$_3$) आणि परब्रोमिक आसिड (हैब्रोआ$_4$) या दोहोंचेच धर्म रसायनवेत्त्यांस कांहींसे समजले आहेत. हीं आसिडें कित्येक अंशीं क्लोरिक आसिड आणि परक्लोरिक आसिड यांशीं तुल्य आहेत.

ब्रोमिन फास्फरसाशीं व दुसऱ्या कित्येक धातूंशीं त्वरित संयोग पावतें. या द्वितत्विक संयुक्त पदार्थांस ब्रोमाइड म्हणतात. रूप्याचा ब्रोमाइड तसबिरी काढण्याच्या कामास उपयोगी पडतो. पोट्यासिक ब्रोमाइड हा पदार्थ मोठा औषधी असून एरवींही फार उपयोगी आहे. फेंपरें व दुसरे मज्जेचे रोग यांवर हा पदार्थ वस्ताद औषध आहे. ह्या पदार्थांचे कांहीं प्रयोग सांगतों.

प्रयोग १३१—रूप्याच्या नैत्रेटाच्या द्रवांत पोट्यासिक ब्रोमाइड याचा द्रव थोडासा मिसळावा. म्हणजे पांढरा सांका तळीं बसतो. सांक्यासह तो द्रव तीन नळ्यांत घालावा. एकींत थोडेंसें नैत्रिक आसिड व दुसरींत

आमोनियाच्या द्रवाचे चार थेंब असे घालावे. दोहोंत कांहीं फरक पडत नाहीं व सांका विरत नाहीं. तिसरींत सोडिक हैपोसल्फाइट याचा द्रव थोडासा घालावा; म्हणजे द्रवांतील सांका विरघळून सर्व द्रव रंगहिन होतो.

प्रयोग १३२—पाऱ्याच्या नैत्रेटाच्या द्रवांत पोट्यासिक ब्रोमाइड याचा द्रव घातला, तर पाऱ्याच्या ब्रोमाइडाचा पांढरा सांका तळीं बसतो शिशाच्या नैत्रेटाच्या द्रवांत घातला, तरीहि त्याच्या ब्रोमाइडाचा पांढरा सांका बसतो. या सार्क्यांत क्लोरिनाचें पाणी घातलें तर ब्रोमाइडाचें पृथग्भवन होऊन ब्रोमीन वेगळा पडतो, व त्या धातूचा क्लोराइड बनतो.

फ्लुओरीन.

चिन्ह—फ्लु; सं. प्र. १९.

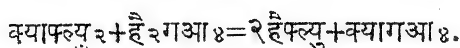
(२३५) **व्याप्ति**—फ्लुओरीन सृष्टींत बराच पसरलेला आहे; परंतु कोणत्या एका ठिकाणीं पुष्कळ असत नाहीं. असंयुक्त स्थितींत हा कोठेंच सांपडत नाहीं. क्याल्सिक फ्लुओराइड, ज्यास फ्लुअरस्पार असें म्हणतात, या दगडांत नेहेमीं संयुक्त स्थितींत हा सांपडतो. फ्लुअरस्पार या दगडाचे बारीक कण सुपीक जमिनींत, कित्येक खनिजोदकांत, आणि समुद्रोदकांत सांपडतात. याचे सूक्ष्म अंश कित्येक झाडांत, मोठमोठ्या प्राण्यांच्या अस्थींत, व मुख्यत्वें त्यांच्या दातांत आढळतात. क्रिओलाइट हा पाषाण याचा दुसरा संयुक्त पदार्थ आहे. हा हल्लीं ग्रीनलंड बेटांत पुष्कळ मिळूं लागला आहे.

(२३६) हें मूलतत्व असंयुक्त स्थितींत वेगळें काढण्यासाठीं पुष्कळ यत्न झाले, परंतु ते सर्व निर्फळ होऊन, अद्याप मनाचें समाधान होण्याजोगा, या पदार्थास वेगळा करितां आला नाहीं. कारण याचे रसायन धर्म इतके तीव्र आहेत, व याची धातूंशीं व कांचेंतील सिलिकान नामक तत्वाशीं, इतकी बळकट रसायनप्रीति आहे कीं, फ्लुओरीन तत्त्व वेगळें पडतांच तें त्यांशीं संयोग पावतें. म्हणून शुद्ध फ्लुओरिनाची यथार्थ परीक्षा होऊन त्याच्या धर्मांचें ज्ञान अद्याप झालें नाहीं. जेवढें याचें ज्ञान तूर्त झालें आहे, त्यावरून हा पदार्थ रंगहीन वायु असून क्लोरिनासारखा उग्र गंधी आहे, व त्याच्यासारखा शुभ्र करण्याचा

धर्मही याच्या आंगीं आहे, असें अनुमान आहे. तसेंच हा शुद्ध व असंयुक्त असला, म्हणजे याचें कार्य कांचेवर घडत नाहीं.

शुद्ध फ्ल्युओरिनाविषयीं जरी फार थोडें ज्ञान झालें आहे, तरी याच्या संयुक्त पदार्थांविषयीं बरीच माहिती लागली आहे. आक्सिजनाशीं हा पदार्थ संयुक्त होऊन बनलेले पदार्थ अद्याप माहीत झाले नाहींत. तथापि फ्ल्युओरिन हैड्रोजनाशीं संयुक्त होऊन हैड्रोफ्ल्युओरिक आसिड (हैफ्लु) या नांवाचा एक फार महत्वाचा पदार्थ उत्पन्न होतो. याच्या संयुक्त पदार्थांत हाच मोठ्या उपयोगाचा व महत्वाचा आहे. म्हणून याचें मात्र वर्णन केलें आहे.

(२३७) हैड्रोफ्ल्युओरिक आसिड (हैफ्लु. सं. प्र. २०)–फ्ल्युअरस्पारची पूड करून त्यांत सल्फ्युरिक आसिड मिसळावें; आणि त्या मिश्रणास उष्णता लावावी; म्हणजे हैड्रोफ्ल्युओरिक आसिड तयार होतें. क्लोराइडावर सल्फ्युरिक आसिडाचें कार्य होऊन जसें हैड्रोक्लोरिक आसिड तयार होतें, त्याप्रमाणेंच फ्ल्युओराइडावर आसिडाचें कार्य घडून हें आसिड उत्पन्न होतें. पृथग्भवन चिन्हांनीं खालीं दाखविलें आहे.



क्याफ्लु२+है२गआ४=२हैफ्लु+क्यागआ४.

हें आसिड तयार करण्यास कांचेचीं भांडीं घेतां येत नाहींत. कारण कांचेवर याचें कार्य फार त्वरित होतें. शिसें किंवा प्लाटिनम या धातूंचे रिटार्ट व ग्राहक घेतले पाहिजेत. यांची आकृति येथें दाखविली आहे. (आकृति ९२ पहा.) उष्णता फार सावधगिरीनें लावून ग्राहक मीठ व बर्फ यांच्या मिश्रणांत ठेविला पाहिजे. आसिडाची वाफ थोड्याशा पाण्याबरोबर थिजून ग्राहकांत द्रवरूप हा पदार्थ जमतो.

(२३८) **धर्म**–निर्जल हैड्रोफ्ल्युओरिक आसिड रंगहीन व वायुरूपी असतें. हें अतिशय विषकारक, व दाहकारक, व उडणारें आहे. याचा थेंब त्वचेवर पडला तर त्वचेस तें खाऊन त्या जागीं मोठें क्षत पडतें व तें लवकर बरें होत नाहीं. कांचेवर याचें कार्य फार त्वरित होतें म्हणूनच हें तयार करण्यास व ठेवण्यास कांचेचीं भांडीं उपयोगीं पडत नाहींत. गटापर्चाच्या म्हणजे रबरच्या कुपींत हें आसिड ठेवितात. सिलिकान नामक तत्वाशीं फ्ल्युओरिनाची बळकट प्रीति अस-

त्यामुळें, सिलिकानाच्या संयुक्त पदार्थाचें पृथक्करण करण्याचा धर्म या आसिडाच्या आंगीं विलक्षण आहे. कांच व माती हे सिलिकानाचे संयुक्त पदार्थ आहेत. म्हणून यांच्या भांड्यांस हें फार जोरानें खातें. या याच्या विलक्षण धर्मावरून, कांचेवर नक्षी खोदण्यास, उष्णमापकाच्या नळयांवर अंश खोदण्यास, कांचेच्या मापांवर रेषा खोदण्यास वगैरे याचा उपयोग हल्लीं कलाकौशल्याच्या कामांत विशेष होऊं लागला आहे. आयतें हैड्रोफ्ल्युओरिक आसिड असेल तर कांचेवर फार सुलभ रीतीनें खोदितां येतें.

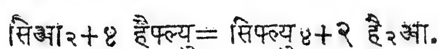
प्रयोग १३३—ज्या भिंगावर किंवा कांचेच्या कुपीवर किंवा नळी-वर खोदणें असेल, त्यावर मेण उष्ण करून सारवावें. नंतर सुईनें मेणावर जें नांव किंवा जी नक्षी खोदणें असेल ती लिहावी. लिहितांना हें लक्षांत ठेविलें पाहिजे कीं, ज्या जागीं लिहिलें असेल त्या जागचें सर्व मेण निघून कांच मोकळी झाली पाहिजे. कारण तसें न झालें तर मेणावर आसिडाचें कार्य घडणार नाहीं व अक्षरें उठणार नाहींत. या-प्रमाणें मेणावर लिहिल्यानंतर रबरच्या तुकड्यानें आसिडाचे थेंब लिहिल्या जागीं घालून कांहीं वेळ राहूं द्यावे. म्हणजे आसिड ज्या जागीं कां-चेच्या सन्निध येईल, त्या स्थलीं पृथग्भवन होऊन कांच खोदली जाईल. कांहीं वेळ गेल्यावर पाण्यानें कांच धुवून तीवरील मेण वितळवून किंवा टरपेंतेलानें धुवून काढिलें, म्हणजे कांचेवर नक्षी किंवा नांव स्पष्ट उम-टलेलें म्हणजे खोदलेलें दिसेल.

आसिड नसतां खोदण्याचा प्रयोग करणें झाल्यास पुढील रीतीनें करावा.

प्रयोग १३४—फ्ल्युअरस्पारची बारीक पूड करून एका उथळ शिशाच्या पेल्यांत मासाभर घालावी. नंतर त्यांत दोन किंवा तीन मासे सल्फ्युरिक आसिड घालावें. नंतर ज्या भिंगावर अक्षरें खोदणें असं-तील त्याच्या एका बाजूवर मेण सारवावें. कांच थोडीशी ऊन करून तीवर मेण फिरविलें म्हणजे मेणाचा थर कांचेवर जमतो. मेण थिजून कांच थंड झाली म्हणजे तीवर सुईनें किंवा चाकूच्या किंवा कात्रीच्या टोंकानें अक्षरें किंवा नक्षी काढावी. नंतर मेण सारविलेली भिंगाची बाजू खालीं करून शिशाच्या पेल्यावर भिंग ठेवावें आणि पेला शेगडींत

सूक्ष्म उष्णतेनें उष्ण करावा. उष्णता इतकी सूक्ष्म असावी कीं, तेणेंकरून मेण वितळूं नये. कांहीं मिनिटांत फ्ल्युअरस्पारवर सल्फ्युरिक आसिडाचें कार्य होऊन हैड्रोफ्ल्युओरिक आसिड उत्पन्न होईल, आणि तें जो कांचेचा भाग मोकळा असेल त्यास खाईल, आणि मेण असलेल्या भागावर कांहीं त्याचें कार्य घडणार नाहीं. (आकृति ९२ पहा)

कोणत्याही पदार्थांत फ्ल्युओरिनाचा सूक्ष्म अंश असला तरी तो या रीतीनें ओळखितां येतो. हैड्रोफ्ल्युओरिक आसिड कांचेचें पृथक्करण करून फ्ल्युओरिन कांचेंतील सिलिकानाशीं संयोग पावून वायुरूपी सिलिसिक फ्ल्युओराईड हा पदार्थ उत्पन्न होतो.



सिआ$_2$+४ हैफ्ल्यु = सिफ्ल्यु$_4$+२ है$_2$आ.



प्रकरण २३.

गंधक. (सल्फर)

चिन्ह. ग; सं. प्र. ३२; वितळण्याचा बिंदु २३९°

कढण्याचा बिंदु ८३६°; वाफेचें वि. गु. २·२१६८.

(२३९) **व्याप्ति**—गंधक फार प्राचीन काळापासून लोकांस माहीत आहे. गंधक असंयुक्त स्थितींत ज्वालामुखी पर्वतांच्या आसपास पुष्कळ सांपडतो. सिसिली बेट, नेपल्स प्रांत, ऐसलंड बेट, व इतर ज्वालामुखी पर्वत असलेले प्रदेश, यांत गंधक विपुल सांपडतो. ज्वालामुखी पर्वतांच्या जवळपास याच्या शिरा लागतात, त्यांतून हा खणून काढतात. याशिवाय सर्व पृथ्वीभर धातूंशीं मिश्र झालेला हा पदार्थ आढळतो. लोखंड, तांबें, शिसें इत्यादि धातूंच्या सृष्टींत ज्या अशोधित धातु सांपडतात, त्यांत गंधक असतो, सल्फ्युरिक आसिड (गंधकाम्ल) तयार करण्यास तर लोखंडाच्या अशोधित धातूच्या तुकड्यांचा [ज्यांस सुवर्णमुखी (आयर्नपैराइट) म्हणतात] उपयोग करतात. कित्येक मृत्तिकांशीं संयुक्त झालेलाही हा पदार्थ सांपडतो. धातूंच्या आक्साइडाशीं संयुक्त झालेला, असा धातूंच्या क्षारांच्या रूपानें आढळतो. सेंद्रिय पदार्थांचाही हा एक घटक आहे. अंड्यांत, स्नायूंत, व दुसऱ्या कित्येक प्राणिज द्रव्यांत हा असतो.

(२४०) **धर्म**—बाजारांत गंधक विकतात, तो दोन प्रकारचा असतो. कठीण, पिंवळी आणि भरड अशी पूड, गंधकाचें फूल या नांवानें विकतात. दुसऱ्या जातीस नळ्या गंधक म्हणतात. हा घन, अपारदर्शक, ढिसूळ आणि पिंवळट रंगाचा असतो. गंधक पाण्यांत विरघळत नाहीं. याला रुचि नाहीं. गंधक उष्णता आणि विद्युल्लता यांचा चांगला वाहक नाहीं. हातांत गंधकाचा खडा धरिला, तर हाताच्या उष्णतेनें अनियमित प्रसरण पावून करकर शब्द होतो व तो पिचतो. विद्युल्लता अलग निराळी ठेवण्याकरतां गंधकाचा उपयोग करितात. गंधक घांसला असतां त्यास एक प्रकारचा वास येतो, व त्याच्या आंगीं ऋणविद्युत्स्थिति प्राप्त होते. गंधक अत्यंत ज्वालाग्राही

आहे. हवेंत उष्ण केला तर २३९° फ्या. उष्णमानावर वितळतो; ४४५° वर पेटतो. याची ज्योत निळी असते, व यांतून नारंगी रंगाच्या वाफा निघतात. त्या घशांत गेल्या असतां गुदमरावयास होतें.

क्लोरीन, ब्रोमीन, आणि आयोडीन, यांशीं गंधक उष्णतेच्या योगानें संयोग पावतो. तसाच हा कित्येक धातूंशींही संयोग पावून त्या धातूंचे सल्फाइड उत्पन्न करितो. गंधक पाण्यांत विरघळत नाहीं, परंतु टरपेंटाईन तेल, आणि कार्बानडायसल्फाइड यांमध्यें विरघळतो.

(२४१) **गंधकाचीं विविधरूपें**—सृष्टींत गंधकाचे अष्टपैलू चतुष्कोणाकृति स्फटिक सांपडतात. कार्बानडायसल्फाइड यामध्यें गंधक विरघळवून, तो द्रव आपोआप आटूं दिला, तर त्याचे वर सांगितल्या प्रकारचे स्फटिक बनतात. दोन किंवा चार तोळे गंधक एका मातीच्या किंवा कांचेच्या पेल्यांत वितळवून पृष्ठभागीं घन होऊं द्यावा. नंतर पृष्ठभागच्या पापुद्र्यांत लालभडक सुई टोंचून आंतला द्रव ओतून टाकिला, तर बाकी राहिलेल्या गंधकाच्या सुईसारख्या बारीक काड्या बनतात. तिसरें रूप जें गंधक धारण करितो तें याहूनही चमत्कारिक आहे. गंधकावर उष्णतेचीं कार्यें विलक्षण घडतात. २३९° फ्या. उष्णमानावर गंधक वितळूं लागतो. २८४° फ्या. उष्णमानावर त्याचा पिंवळा चकचकीत द्रव बनतो. यापुढें त्याचें उष्णमान जसजसें वाढवावें, तसतसा त्याचा रंग काळसर होत जातो. हा द्रव ३५६° उष्णमानापुढें बेरी अथवा काकवी सारखा दाट होतो. सुमारें ५००° उष्णमानावर पुनः द्रव स्थितींत येतो. हा कढता द्रव थंड पाण्यांत ओतला, तर मऊ गोळा बनतो. हा रबरासारखा लवचिकही असतो. मेणासारखा वळवून याचे दोरही काढितां येतात. या स्थितींत ठसे उमटण्याकरितां याचा उपयोग करितात. हा कांहीं काळानें पुनः ठिसूळ होतो.

गंधकाची वाफ बंद व थंड अशा जागीं सोडिली, म्हणजे ती वाफ घन होऊन तिचें सूक्ष्म स्फटिकरूप चूर्ण बनतें. यास गंधकाचें फूल म्हणतात. गंधक वितळवून व लांकडी नळ्यांत ओतून थिजूं दिला, म्हणजे त्याच्या कांड्या बनतात. यास नळ्यागंधक म्हणतात.

चुन्याच्या किंवा पोटयाशाच्या पाण्यांत गंधक घालून उष्ण केला, म्ह-

णजे तो त्यांत विरघळतो. त्या द्रवास गंधकाचें दूध असें म्हणतात. या द्रवांत जलमिश्रित सल्फ्युरिक आसिड घातलें तर गंधकाचा सांका तळीं बसतो. तो चांगला धुऊन सुकविला, म्हणजे त्याचें पांढरें चूर्ण बनतें.

गंधकाची वाफ लवकर होते, म्हणून हा शुद्ध करणें झाल्यास त्याची वाफ थिजवून शुद्ध गंधक करितात. गंधक शुद्ध कसा करितात तें पाहणें असल्यास एका फ्लास्कांत गंधकाचे तुकडे घालावे. दुसऱ्या एका फ्लास्काची मान कापून त्यांत पहिल्याची मान घालावी. (आ० ९४ पहा.) पहिलें फ्लास्क थंड होऊं नये म्हणून त्यावर लोखंडी पत्र्याची टोपी घालावी, आणि त्यास उष्ण करावें; म्हणजे गंधक प्रथम वितळेल, नंतर कढूं लागेल, आणि मग त्याची वाफ दुसऱ्या फ्लास्कांत जाऊन थिजेल.

गंधक कित्येक धातूंशीं साक्षात् संयोग पावतो, आणि संयोगापासून पुष्कळ उष्णता बाहेर पडते. तीन किंवा चार गुंजा तांब्याचा कीस आणि १½ किंवा दोन गुंजा गंधकाचें फूल, अशीं एका नळींत घालून उष्ण करावीं. म्हणजे गंधकाच्या वितळण्याच्या उष्ण मानाहून ज्यास्त उष्णमान झालें, म्हणजे ते संयोग पावतात.

(२४२) **उपयोग**—गंधकाचा उपयोग कलाकौशल्यांच्या कामांत फार होतो. हा लवकर पेटतो, म्हणून याचा उपयोग आगकाड्या करण्याकरितां करितात. दारूमध्यें हा पुष्कळ घालितात. कित्येक रोगांवरही गंधक चालतो. परंतु याचा मुख्य उपयोग सल्फ्युरिक आसिड करण्यांत हल्लीं फार होतो.

(२४३) गंधक आणि आक्सिजन यांचा संयोग होऊन अनेक संयुक्त पदार्थ होतात. त्यांपैकीं निर्जलज सल्फ्युरस आसिड (गंधकाचा द्वि आक्साइड,—**ग आ**$_2$) आणि निर्जलजल सल्फ्युरिक आसिड (गंधकाचा त्रि आक्साइड, **ग आ**$_3$) हे दोन उपयुक्त आहेत. हे पाण्याशीं संयोग पावले, म्हणजे उपयुक्त आम्लें उत्पन्न होतात. याकरितां यांचें व यांच्या आम्लांचें वर्णन पुढें केलें आहे.

निर्जलज सल्फ्युरस आसिड.

पर्याय शब्द—सल्फ्युरस आनहैड्राइड्, सल्फर द्वि आक्साइड, सल्फ्युरस आसिड वायु.

चिन्ह—ग आ२; सं. प्र. ६४; वि. गु. २.२४७.

(२४४) **व्याप्ति**—हा पदार्थ ज्वालामुखी पर्वतांच्या आसमंतात् वायुरूप स्थितींत असतो, आणि कित्येक खनिजोदकांतही विरघळलेला सांपडतो.

गंधक आक्सिजनांत किंवा हवेंत जाळला, म्हणजे हा वायु उत्पन्न होतो. गंधक जळत असतां घसा बसणारा जो वास येतो तो याचाच होय. कित्येक जातीच्या आगकाड्या पेटवितांना घसा बसण्याजोगा उग्र वास येतो तो या वायूचाच असतो.

(२४५) **कृति**—दोन किंवा तीन औंस शुद्ध सल्फ्युरिक आसिडांत एक औंस तांब्याचा चुरा घालून रिटार्टांत किंवा फ्लास्कांत उष्ण करावा, म्हणजे तांब्यावर आसिडाचें कार्य घडून हा वायु उत्पन्न होतो. तो हवेहून जड असल्यामुळें, आगंतुक रीतीनें कुप्यांत धरावा. वायु नेण्यास फ्लास्कास वांकडी वायुवाहकनळी बसवावी.

$$\text{ता}+२\text{है}_२\text{गआ}_४=\text{तागआ}_४+\text{गआ}_२+२\text{है}_२\text{आ}.$$

(२४६) **धर्म**—हा वायु रंगहीन आणि पारदर्शक आहे. याला जळत्या गंधकाचा वास येतो. हा घशांत गेला असतां ठसका बसून वास घेववत नाहीं. शुद्धावस्थेंत हा वायु जलाल *विष आहे. हा स्वत: पेटत नाहीं व दुसरा पदार्थही यांत जळत नाहीं. पाणी आपल्या आकारमानाच्या ३० पट या वायूस शोषतें. या पाण्यास आसिडाचे धर्म येतात; म्हणून लिटमसाचा निळा कागद यांत तांबडा होतो. यास्तव हा पाऱ्यावर किंवा आगंतुक रीतीनें धरावा लागतो.

या वायूचे आंगीं वस्त्रें शुभ्र करण्याचा धर्म आहे. लोकरी, रेशमी

---

* याच्या विषकारक धर्मावरून मोहे लोक मधाची पोळीं काढितांना मधमाश्यांस मारण्याकरितां, पोळ्यां खालीं गंधकाच्या काड्या पेटवितात, किंवा गंधक जाळितात. येणेंकरून हा वायु उत्पन्न होऊन माशा तात्काळ मरून जातात.

व दुसरीं कित्येक वस्त्रें, जीं हरित्पित वायूनें शुद्ध केलीं असतां निर्जीव होतात, तीं वस्त्रें या वायूनें शुभ्र करितात. वस्त्रें ओलीं करून एका गडद खोलींत टांगतात. आणि त्या खोलींत ताटांत गंधक जाळितात. येणेंकरून हा वायु उत्पन्न होतो; त्यास ओलीं वस्त्रें शोषून घेतात; तेणेंकरून त्यांचा रंग नाहींसा होतो. हरित्पीत वायूप्रमाणें हा रंगाचें पृथक्करण करून त्याचा अगदीं नाश करीत नाहीं. कारण त्यावर कोणतेंही बळकट आसिड टाकिलें, म्हणजे रंग पूर्ववत येतो. तसेंच नवा फ्ल्यानेलचा कपडा साबूनें धुतला म्हणजे पिंवळा होतो. याजवरून सल्फ्युरस आसिड आणि रंगीत पदार्थ यांचा एक रंगहीन संयुक्त पदार्थ होतो, तो आसिडानें किंवा आल्केलीनें पृथग्भूत केला, म्हणजे रंग पूर्व स्थितीवर येतो.

या वायूनें भरलेल्या कुपींत लिटमसाचा निळा कागद ओला करून घातला, किंवा जळत्या गंधकावर धरिला, तर प्रथम तांबडा होऊन नंतर रंगहीन होतो. तांबडा कागद धरिला असतां एकदम रंगहीन होतो. याप्रमाणें गुलाब, जास्वंद, ढेलिया वगैरेंचीं तांबडीं फुलें जळत्या गंधकावर धरिलीं असतां शुभ्र पांढरीं होतात. अशीं शुभ्र झालेलीं फुलें अमोनियाच्या द्रवांत बुडविलीं, तर गंधकाच्या वाफेचें कार्य नाहींसें होऊन हिरवीं होतात. सल्फ्युरिक आसिडांत, रंगहीन झालेलें फूल घातल्यास, त्यास मूळचा रंग येतो.

या वायूच्या आंगीं दुर्गंध नाश करण्याचा धर्म आहे. तसेंच प्राणिज पदार्थ कुजूं न देण्याचा गुणही यामध्यें आहे. या वायूंत मांस ठेविलें तर कांहीं काळ कुजत नाहीं. हें प्रयोगद्वारा पाहणें असल्यास पुढील प्रयोग करावा.

प्रयोग १३४—सरसाचें पाणी करून तें दोन भांड्यांत भरावें. त्यांपैकीं एकांत या वायूचा द्रव मिसळावा, आणि दुसरें तसेंच ठेवावें. ज्यांत हा वायू नाहीं तें कांहीं वेळानें कुजट होईल, आणि दुसरें पाणी जशाचें तसेंच राहील. हल्लीं महामारीनें ज्या घरीं व ज्या ठिकाणीं मनुष्यें लागतात, त्या ठिकाणीं गंधक जाळतात, तो तेथील दुर्गंधी नाहींशा करण्या करितांच होय.

(२४७) सजल सल्फ्युरस आसिड करण्या करितां, एका पाण्यानें

भरलेल्या भांड्यांत या वायूचा प्रवाह सोडावा, म्हणजे हा वायु पाण्यांत शोषला जाऊन सल्फ्युरस आसिड तयार होतें. याचा धातूंच्या आक्साइडांशीं संयोग होऊन क्षार बनतात, त्यांस सल्फाइट म्हणतात. कोणत्याही द्रवांत सल्फाइट क्षार आहे किंवा नाहीं याची परीक्षा करणें झाल्यास, त्यांत तीव्र आसिड घालावें, म्हणजे त्यांतून सल्फ्युरस आसिड वायु निघेल.

प्रयोग १३६—निळा लिटमसाचा कागद ओला करून तो सल्फ्युरस आसिड वायूनें भरलेल्या कुपींत घालावा, किंवा जळत्या गंधकाच्या वाफ़ांत धरावा म्हणजे तो कागद प्रथमतः तांबडा होईल व नंतर शुभ्र होईल.

प्रयोग १३७—तांबडा गुलाब, तांबडी जास्वंद, ढेलिया वगैरे रंगीत फुलांचा झुबका करून सजल सल्फ्युरस आसिडांत बुडवावा, किंवा जळत्या गंधकाच्या वाफांत धरावा. म्हणजे कांहीं वेळानें फुलांचा रंग जाऊन शुभ्र पांढरीं होतील. (आकृति ९५ पहा).

प्रयोग १३८—वरच्या प्रयोगांत शुभ्र झालेलीं फुलें आमोनियाच्या द्रवांत बुडवावीं. म्हणजे सल्फ्युरस आसिडाचें कार्य नाहींसें होऊन फुलें हिरवीं होतील.

प्रयोग १३९—शुभ्र झालेलें फूल सल्फ्युरिक आसिडांत बुडवावें. म्हणजे फुलास मूळचा रंग येईल.

प्रयोग १४०—तांबड्या कोबीचा काढा थोडासा घ्यावा. त्यांत सोडा घालून त्याचा रंग हिरवा करावा. या हिरव्या द्रवांत सल्फ्युरस आसिडवायू थोडासा सोडावा. हिरव्याचा प्रथम मूळचा तांबडा रंग होईल व नंतर सारा द्रव रंगहीन होईल. हा रंगहीन द्रव दोन पेल्यांत घालावा, एकांत थोडेसें सल्फ्युरिक आसिड घालावें, द्रवास मूळचा तांबडा रंग येईल. दुसऱ्यांत थोडासा सोडा घालावा, त्याचा रंग हिरवा होईल. यावरून असें स्पष्ट दिसतें कीं, सल्फ्युरस आसिडवायूनें जरी रंग अदृश्य होतो, तरी त्याचा अगदीं नाश होत नाहीं.

सल्फ्युरिक आसिड.

गंधकाम्ल.

चिन्ह—$है_2गआ_4$; सं. प्र. ९८; वि. गु. १.८४६.

(२४८) **व्याप्ति**—हें आसिड असंयुक्त स्थितींत सृष्टींत फारसें सांपडत नाहीं. ज्वालामुखी पर्वतांच्या आसपास मात्र थोडेंसें सांपडतें. परंतु बेसांशीं संयुक्त झालेलें असें उद्भिज, प्राणिज, व खनिज पदार्थांत पुष्कळ सांपडतें.

सर्व आसिडांत हें आसिड फार महत्वाचें व उपयोगी आहे. याच्या योगानें इतर आसिडें व रासायनिक पदार्थ तयार करितां येतात. हें तयार करण्याचे मोठे कारखाने युरोपांत आहेत. फक्त इंग्लंड देशांत दरसाल (१,००,०००) एकलक्ष टन आसिड खर्च होतें.

(२४९) **कृति**—हें आसिड दोन रीतींनीं तयार करितात. (१) हिराकस (लोखंडाचा सल्फेट) उष्ण करून करितात; (२) नैत्रिक आसिडाच्या योगानें, सल्फ्युरस आसिडांत आक्सिजन मिसळून करितात. **साक्सनी** देशांत **नार्ढाजन** या गांवीं पहिल्या रीतीनें हें आसिड फार दिवसांपासून तयार करीत आहेत. म्हणून अशा रीतीनें केलेल्या आसिडास **नार्ढाजनसल्फ्युरिक आसिड** म्हणतात. याच्या तीव्रपणामुळें यास कधीं कधीं **फ्युमिंग सल्फ्युरिक आसिड** म्हणजे तीव्र गंधकाम्ल असेंही म्हणतात.

सल्फ्युरस आसिडांत ($गआ_2$) आक्सिजनाचा एक परमाणु **(आ)** मिळवून, जें आसिड **($गआ_3$)** होतें, त्यांस निर्जल सल्फ्युरिक आसिड **(सल्फ्युरिक आन् हैड्राइड)** असें म्हणतात. आणि यांत **($गआ_3$)** पाणी **($है_2आ$)** मिळविलें, म्हणजे जें आसिड **($है_2गआ_4$)** होतें, त्यास सजलसल्फ्युरिक आसिड म्हणतात. हा भेद शास्त्रीय परिभाषेंत मात्र मानितात. $गआ_3$ हा पदार्थ व्यवहारोपयोगी नाहीं, म्हणून साधारणतः सजल सल्फ्युरिक आसिडासच सल्फ्युरिक आसिड असें नांव देतात. या पुस्तकांत जेथें आगपाणी, गंधकाम्ल, हिराकसाचें तेल

किंवा सल्फ्युरिक आसिड म्हटलें असेल, तेथें सजल सल्फ्युरिक आसिड (**है**२**गआ**४) असें समजावें.

(१) हिराकस (लोखंडाचा सल्फेट) हा क्षार, गंधकाम्ल, लोखंडाचा आक्साइड, आणि पाणी यांचा बनला आहे. याची सारणी (**लोगआ**४+७**है**२**आ**) अशी आहे. हिराकस प्रथमतः चांगला शुष्क करून त्यांतील बहुतेक पाण्याचा अंश घालवितात. हिराकसांतील सुमारें सातवा हिस्सा पाणी त्यांत राहतें व तें मुद्दाम राहूं देतात. हा शुष्क हिराकस दगडी रिटार्टांत घालून त्यास कडक आंच देतात. येणेंकरून हिराकसांतील निम्मे सल्फ्युरिक आसिड पाण्यानें युक्त असें तयार होऊन वर येतें, आणि बाकीच्याचें पृथक्करण होऊन त्यांतील सल्फ्युरस आसिड वायु (**गआ**२) वायुरूपानें निघून जातो, आणि बाकीचा आक्सिजन लोखंडाशीं मिळून एक त्याचा परआक्साइड बनतो.

याचा लहानसा प्रयोग करणें असल्यास एका परीक्षा नळींत शुष्क हिराकस घालून मद्यार्काचे दिव्यावर उष्ण करावा, म्हणजे वाहकनळींतून आसिडाच्या शुभ्र वाफा निघतील, आणि त्या ग्राहकांत जमविल्यास थिजून तेलकट द्रव बनेल. यांत हिराकसांतील सल्फ्युरसआसिडवायुही मिश्र झालेला असतो. लोखंडाच्या परआक्साइडाची लाल पूड नळींत राहते. पृथक्करण खालीं दाखविलें आहे.

२ लोगआ४=लो२आ३+गआ३+गआ२.

याच्या तेलकट रूपावरून यास हिराकसाचें तेल (ऑइल आफ विट्रिअल) असें पूर्वीं म्हणत असत.

(२५०) नुस्त्या हिराकसापासून तयार केलेलें आसिड, सजल सल्फ्युरिक आसिड (**है**२**गआ**४) आणि निर्जल सल्फ्युरिक आसिड(**गआ**३) यांचें मिश्रण असतें. म्हणून याची सारणी (है२गआ७) अशी आहे. कारण लोखंडाच्या क्षारांतून सर्व पाणी सहसा वेगळें करितां येत नाहीं. म्हणून त्यांतील पाणी, जें निर्जल सल्फ्युरिकआसिड वेगळें पडतें, त्याच्याशीं संयोग पावून, क्रिया चालत असतां थोडेंसें सल्फ्युरिक आसिड (**गआ**३ +**है**२**आ**=**है**२**गआ**४) उत्पन्न होतें. हें अतिशय तीव्र असतें. पूर्वीं नीळ वितळवून निळा रंग करण्यासाठीं हें आसिड **नार्ढोजन** येथें तयार

करीत. हें आसिड एका रिटार्टांत घालून उष्ण केलें म्हणजे त्यांतून निर्जल सल्फ्युरिकआसिडाच्या शुभ्र वाफा निघतात. त्या बर्फाच्या चुऱ्यांत ठेविलेल्या गच्च ग्राहकांत धरिल्या, तर त्यांचे रेशमी धाग्यासारखे शलाकाकृति, बारीक पांढरे आणि अपारदर्शक स्फटिक बनतात. ते मऊ असून मेणासारखे लवचिक असतात. हें खरें आसिड नव्हे. परंतु हें पाण्यांत मिसळिलें कीं याचे आंगीं आसिडाचे धर्म येतात. याची पाण्याशीं बळकट प्रीति आहे. म्हणून पाण्याचा व याचा संबंध होतांच, चुरकन् अवाज होऊन, पुष्कळ संयोगजन्य उष्णता उत्पन्न होते. निर्जल आसिडाचे स्फटिक हवेंत ठेविले, तर हवेंतील आर्द्रता शोषून घेतात व पांढरा धूर निघतो. गोंधळ न व्हावा यास्तव या आसिडाचे तीन प्रकार मानितात, त्यांचीं नांवें व सारण्या खालीं दिल्या आहेत.

निर्जल सल्फ्युरिक आसिड-गआ₃.

नार्ढोजन सल्फ्युरिक आसिड–है₂गआ₇=है₂गआ₄+गआ₃.

सल्फ्युरिक आसिड (गंधकाम्ल) किंवा सजल सल्फ्युरिक आसिड. } **है₂गआ₄.**

पाहिल्या दोहोंचें वर्णन वर केलें. आतां तिसऱ्या प्रकारचें जें अतिउपयुक्त आसिड तें कसें तयार करितात, व त्याचे धर्म व उपयोग काय आहेत तें सांगतों.

(२९२) युरोपांत कलाकौशल्याचे कामांत जें अतोनात सल्फ्युरिक आसिड लागतें, तें ज्या रीतीनें हल्लीं तयार करितात, त्या कृतीचें बीज असें आहे. कोरड्या हवेंत गंधक जाळला म्हणजे तो तींतील आक्सिजनाशीं संयोग पावून सल्फ्युरस आसिडवायु (**गआ₂**) उत्पन्न होतो. या वायूंत आणखी आक्सिजन मिश्र करून, याचा पाणी व नैत्रिक आक्साइड यांशीं संबंध केला, तर सल्फ्युरिक आसिड त्वरेनें उत्पन्न होतें. कारण हवा तितका सल्फ्युरस आसिडवायु आणि हवा तितका आक्सिजन यांचा संयोग करण्याचें सामर्थ्य थोड्याशा नैत्रिक आक्साइडामध्यें असतें. नैत्रिक आक्साइड (**नैआ**) शुद्ध आक्सिजनाशीं त्वरित संयोग पावतो; व नैत्रोजनाचा परआक्साइड (**नैआ₂**) बनतो. हा सल्फ्युरस आसिडवायु आणि पुष्कळ पाणी यांशीं मिश्र केला, म्हणजे सल्फ्युरिक आसिड आणि नैत्रिक आक्साइड हे पदार्थ उत्पन्न होतात. उत्पन्न

झालेलें सल्फ्युरिक आसिड पाण्यांत राहतें. नैत्रिक आक्साइड (**नैआ**) पुनः आक्सिजनाशीं संयोग पावून नैत्रोजनपर आक्साइड बनतो. त्याचा पाणी व सल्फ्युरस आसिड वायु यांशीं समागम होतांच पुनः सल्फ्युरिक आसिड आणि नैत्रोजनाचा आक्साइड हीं उत्पन्न होतात. याप्रमाणें एकसारखी क्रिया चालून सल्फ्युरिक आसिड तयार होतें.

नैआ$_2$+गआ$_2$+क्ष (है$_2$आ)=नैआ+है$_2$ गआ$_4$+ (क्ष−१)है$_2$ आ.

या क्रियेस हवेचा बक्कळ पुरवठा असून पाण्यांत सल्फ्युरस आसिड आणि नैत्रिक आक्साइड हे वायु सोडितां आले पाहिजेत. हें आसिड तयार करण्याकरितां शिशानें आंतून मढविलेल्या लांकडी खोल्या केलेल्या असतात. त्या आकृतींत (आकृति ९६ पहा) **फ फ** स्थानीं दाखविल्या आहेत. ह्या खोल्यांत हवेचा प्रवाह जाणेचा मार्ग **न न** हा आहे. **अ अ** ही खालीं थोरली भट्टी आहे. **अ** स्थानीं लोखंडी पत्र्यावर गंधक किंवा सुवर्णमुखी (**लोग$_2$**) (गंधकामिश्रित लोखंडाच्या अशोधित धातूस म्हणतात.) जाळितात. हवेंतील आक्सिजनाशीं गंधक मिश्र होऊन सल्फ्युरस आसिडाच्या वाफा खोलींत जातात. सूर्यखार आणि सल्फ्युरिक आसिड यांचें मिश्रण (**ब**) लोखंडी भांड्यांत घालून तें भांडें भट्टीवर टांगतात. येणेंकरून नैत्रिक आक्साइडाच्या वाफा उत्पन्न होतात. **न न न** या द्वारांनीं त्या हवेच्या प्रवाहासमवेत खोलींत शिरतात. खोल्यांत तळीं **ड ड ड** पाण्याचा थर असतो. याशिवाय खोल्यांत रसायन संयोग वियोग जोरानें चालवेत, म्हणून **ग** पात्रांतून **इ इ इ** या द्वारांनीं वाफेचा प्रवाह सोडलेला असतो. नैत्रिक आक्साइडाच्या [नैत्रोजनाचा पर आक्साइड] (**नैआ$_2$**) वाफांतील निम्मा आक्सिजन, सल्फ्युरस आसिड आणि पाणी यांच्याशीं संयोग पावून सल्फ्युरिक आसिड होतें; व तें पाण्यांत राहतें; आणि नैत्रस आक्साइड (**नैआ**) वेगळा होतो, याप्रमाणें पूर्वी सांगितलेले संयोग वियोग सतत चालून सल्फ्युरिक आसिड उत्पन्न होत जातें. नैत्रोजनाचा परआक्साइड सतत उत्पन्न होत असल्यामुळें खोल्यांत नैत्रोजन व त्याचा आक्साइड हीं फाजील जमतात; तीं शेवटल्या खोलीच्या माथ्या-

वर क हें द्वार असतें त्यांतून बाहेर जातात. मोठमोठ्या कारखान्यांत १२।१५ फूट उंच, १५।२० फूट रुंद, आणि १५० पासून ३०० फूटपर्यंत लांब अशा खोल्या असतात. आंत सोडलेल्या वायूंचें चांगलें मिश्रण होण्यास साहाय्य व्हावें, या हेतूनें मध्यें शिशाच्याच पत्र्याचें पडदे लावून कांहीं विभाग केलेले असतात. दोन तीन इंच उंचीचा पाण्याचा थर खोलींत असतो.

शिशाच्या खोल्यांत सल्फ्युरिक आसिड होतांनां कसकसे संयोग वियोग होतात, हें पाहणें असल्यास पुढील सुलभ प्रयोग करावा.

(२५२) आक्सिजनांत फास्फरस जाळण्यास जो मोठ्या तोंडाचा गोल घेतला होता, त्या प्रकारचा **(अ)** गोल घेऊन त्याचे तोंडास मोठें बूच बसतें करावें. (आ. ९७ पहा.) नंतर त्यास चार भोंकें पाडून चार काटकोनाकृति वांकड्या नळ्या बसवाव्या. त्यांपैकीं दोहों नळ्यांस **ब** आणि **क** या वायु उत्पादक पात्रांच्या वाहक नळ्या रबरच्या नळ्यांनीं जोडाव्या. **(अ)** गोलाचे तोंडास बूच बसविण्या पूर्वीं त्याची आंतील बाजू ओलसर करावी. सल्फ्युरस आसिड वायु उत्पन्न करण्याकरितां **ब** चंबूंत तांब्याचे तुकडे घालून त्यांवर सल्फ्युरिक आसिड घालावें. नैत्रिक आक्साइड उत्पन्न करण्याकरितां **क** कुपींत तांब्याचा चुरा, पाणी, आणि नैत्रिक आसिड अशीं घालावीं. याप्रमाणें जोडाजोड करून **(अ)** ग्राहकांत **ड इ** या दोहों नळ्यांतून वायु येऊं द्यावे. **क** कुपींतून जो नैत्रिक आक्साइड **(नैआ)** ग्राहकांत जातो, तो तेथील हवेंतल्या आक्सिजनाशीं संयोग पावून नैत्रिक परआक्साइडाच्या **(नैआ$_2$)** तांबड्या वाफा उत्पन्न होतात. या वाफा पाण्याच्या संबंधानें सल्फ्युरस आसिडावर कार्य करितात. व त्यापासून एक पांढरा स्फटिकरूप पदार्थ उत्पन्न होतो, तो ग्राहकाच्या आंतल्या बाजूस जमतो. या स्फटिकांना ज्यास्ती पाण्याचा अंश लागतांक्षणींच ते फसफसून पृथग्भूत होतात. आणि नैत्रिक आक्साइड **(नैआ)** वेगळा पडून सल्फ्युरिक आसिड उत्पन्न होतें, तें पाण्याशीं मिळतें.

नैआ$_2$+गआ$_2$+ (क्ष) है$_2$आ=नैआ+है$_2$गआ$_4$+ (क्ष-१)है$_2$आ.

म्हणजे **नैआ** याचा एक अणु वेगळा होतो, व सल्फ्युरिक आसिडाचा एक अणु बनतो. वेगळा झालेला नैत्रिक आक्साइड (**नैआ**) पुनः ग्राहकां-

तल्या हवेंतून आक्सिजन शोषून घेतो व त्याचा परआक्साइड [नैआ२] बनतो. त्याचे नव्या सल्फ्युरस आसिडाशीं पाण्याच्या संबंधानें पुनः स्फटिक बनतात. ते पूर्ववत् पाण्यानें पृथग्भूत होऊन सल्फ्युरिक आसिड उत्पन्न होतें. आणि नैत्रिक आक्साइड पुनः वेगळा पडतो. हा आक्साइड पुनः पुनः उत्पन्न होऊन हवेंतील आक्सिजन सल्फ्युरस आसिडास पोंचविण्याची जशी काय जासूदगिरीच करीत असतो. यावरून थोडासा नैत्रिक आक्साइड पुष्कळ सल्फ्युरिक आसिड उत्पन्न करण्यास कसा उपयोगी पडतो हें सहज लक्षांत येईल.

वरील स्फटिकांची उत्पत्ति जेव्हां पाणी थोडें असतें तेव्हां दृष्टीस पडते. परंतु शिशाच्या खोल्यांत हे स्फटिक दिसत नाहींत. कारण तेथें पाणी पुष्कळ असल्यामुळें स्फटिकांची उत्पत्ति व नाश हीं एकाच कार्ळीं घडतात.

शिशाच्या खोल्यांतील पाणी सल्फ्युरिक आसिड शोषून घेऊन १.३५ पासून १.५० पर्यंत विशिष्ट गुरुत्वाचें झालें म्हणजे तें बाहेर काढून घेतात, आणि नवें पाणी खोल्यांत सोडितात. हें आसिड पुरतें तीव्र नसतें, म्हणून तें शिशाच्या उथळ पात्रांत घालून त्याचें विशिष्ट गुरुत्व १.७२ होई तोंपर्यंत आटवितात. उदी रंगाचें सल्फ्युरिक आसिड जें बाजारांत विकतात तें हेंच. युरोपांत जमिनीस खतें करण्यास्तव चुन्याचा सुपरफास्फेट हा पदार्थ तयार करण्यास, या आसिडाचा पुष्कळ उपयोग करितात. याहून अधिक तीव्र आसिड पाहिजे असल्यास शिशाच्या भांड्यांत आटवितां येत नाहीं. याकरितां कांचेच्या किंवा प्लाटिनम धातूच्या पात्रांत घालून त्याचें विशिष्ट गुरुत्व १.८५ होईपर्यंत आटवितात.

(२५३) **धर्म**–बाजारी सल्फ्युरिक आसिड (ज्यास विट्रिअलचें तेल म्हणजे हिराकसाचें तेल म्हणतात) दाट, तेलसर, रंगहीन, गंधहीन आणि द्रवरूपी असतें. याचें वि. गु. १.८४२ असतें. हें अत्यंत दाहक आहे; याच्या आर्द्रताशोषक धर्मामुळें हें सर्व सेंद्रिय पदार्थांस जाळून काळें करितें. याची पाण्याशीं बळकट प्रीति आहे. हें कोणत्याही प्रमाणानें पाण्याशीं मिश्र होतें. दोहोंचें मिश्रण थंड झालें म्हणजे तें पूर्वीपेक्षां कमी जागा व्यापितें. मिश्रण होते वेळीं पुष्कळ उष्णता उद्भूत होते. याकरितां पाणी आणि आसिड यांचें मिश्रण करणें तें ज-

पून सावकाश करावें, आणि आसिडांत पाणी न ओतितां, नेहेमीं पाण्यांत आसिड ओतावें. पाण्याशीं याची प्रीति इतकी बळकट आहे कीं, तें एका उथळ भांड्यांत उघड्या हवेंत कांहीं दिवस ठेविलें, तर तें हवेंतील आर्द्रता शोषून घेतें, व वजनास कधीं कधीं दुप्पट भरतें. या आसिडाच्या वरील आर्द्रता शोषक धर्मावरून रसायन शालेंत वायु व दुसरे पदार्थ शुष्क करण्याकरितां याचा उपयोग करितात. व करी-च्या बर्फ करण्याच्या यंत्रांतही याचा उपयोग करितात. जे सेंद्रिय पदार्थ उष्णतेनें कोरडे केले असतां, त्यांतील दुसऱ्या द्रवांचा अंश नाहींसा होऊन वीर्यहीन होतात, तसे ते वीर्यहीन न होतां, कमी उष्णमानावर या आसिडाच्या योगानें सुकवितां येतात. साखर किंवा स्टार्च एका पेल्यांत भरून, सल्फ्युरिक आसिडानें भरलेल्या पात्रावर ठेवून, त्या दोहोंवर थोरला ग्राहक पालथा ठेवावा. म्हणजे आसिड आर्द्रता शोषून घेतें आणि ते कोरडे होतात.

हवेच्या साधारण उष्णमानावर याची वाफ सहसा होत नाहीं. कपड्यावर याचा थेंब पडला तर त्यांतील पाण्याचा अंश हळू हळू उडून जातो. विस्तवाजवळ कपडा नेला, तर सर्व पाणी उडून जाऊन मागें तीव्र आसिड राहतें. तें तंतूंचा नाश करून कपड्यास भोंक पाडतें. आसिडांत कितीही पाणी मिसळिलें, तरी त्याचा थेंब तागाच्या कपड्यावर पडतांच त्यास भोंक पडतें याचें कारण हेंच.

प्रयोग १४१—एका कांचेच्या नळींत चार भाग तीव्र गंधकाम्ल आणि एक भाग पाणी अशीं मिसळावीं. म्हणजे तें मिश्रण पांच भागांहून कमी होईल, व आकुंचनापासून इतकी उष्णता उद्भूत होईल कीं, नळी हातांत धरवणार नाहीं.

प्रयोग १४२—३२° फया. उष्णमानाचें $२\frac{१}{२}$ तोळे सल्फ्युरिक आसिड, आणि त्याच उष्णमानाचा $२\frac{१}{२}$ तोळे बर्फाचा चुरा, अशीं एकत्र केलीं तर त्यांचें मिश्रण होऊन मिश्रणाचें पूर्वींहून दार्ढ्य वाढेल. या आकुंचनापासून इतकी उष्णता बाहेर पडेल कीं, त्या मिश्रणाचें उष्णमान २१२° फया. च्या जवळ जवळ येईल.

प्रयोग १४३—एक पौंड बर्फाच्या चुऱ्यावर जर एक औंस ३२° फया. उष्णमानाचें आसिड ओतिलें तर वरच्याहून भिन्न परिणाम दृष्टीस

पडतात. मिश्रण ढवळलें म्हणजे बर्फ वितळतें. परंतु मिश्रणाचें उष्णमान इतकें उतरतें कीं, तें ०° फ्या. उष्णमानास पोंचतें.

प्रयोग १४४—एका परीक्षानळींत थोडेसें आसिड घेऊन त्यांत लांकडाचा तुकडा टाकावा. तो कांहीं मिनिटांनीं काळा होतो.

प्रयोग १४५—एका परीक्षा नळींत ६।७ ड्राम पाणी घालून त्यांत २ ड्राम आसिड ओतावें, म्हणजे तें मिश्रण कढत होईल. क्लिल पेनानें पांढऱ्या कागदावर त्या मिश्रणानें कांहीं अक्षरें लिहावीं. अक्षरें दिसणार नाहींत. कागद विस्तवाजवळ नेला, म्हणजे आसिडांतील पाण्याचा अंश उडून जाऊन मागें तीव्र आसिड राहतें. तें कागदास काळें करितें, व यामुळें अक्षरें काळीं दिसतात. कपड्यावर याचें या प्रकारचें जें कार्य होतें त्याचें बीज हेंच आहे.

(२९४) **याचें धातूंवर कार्य**—हें आसिड कितीही तीव्र असलें, तरी तें शीत असतां त्याचें सर्व धातूंवर विशेष कार्य होत नाहीं. परंतु तें उष्ण केलें असतां, त्यांत पुष्कळ धातूंचे द्रव होतात. प्रथमतः धातूचा आक्साइड होतो आणि नंतर त्याचा सल्फेट होतो, व हैड्रोजन वेगळा पडतो. आसिड तीक्ष्ण असलें, म्हणजे धातू व आक्सिजन यांचा संयोग होऊन सल्फ्युरस आसिड [गआ२] हे वेगळें पडतें.

(२९५) **परीक्षा**—सल्फ्युरिक आसिड आणि तज्जन्यक्षार (सल्फेट) यांची परीक्षा करणें असल्यास, त्यांच्या द्रवांत बेरिअमाच्या नैत्रेटाचा द्रव घालावा. म्हणजे बेरिअमाच्या सल्फेटाचा पांढरा सांका तळीं बसतो. तो पाण्यांत किंवा नैत्रिक आसिडांत अविद्राव्य असतो; म्हणजे विरघळत नाहीं. तसेंच शिशाच्या विद्राव्य क्षाराचा द्रव घातला असतां अविद्राव्य शिशाच्या सल्फेटाचा पांढरा सांका तळीं बसतो. हाही बेरिअमाच्या सल्फेटासारखा बहुतेक अविद्राव्य असतो.

(२९६) **हैपोसल्फाइट**—गंधकजन्य क्षारांपैकीं एक क्षार फार उपयुक्त आहे. तो सोड्याचा हैपोसल्फाइट होय. त्याविषयीं मात्र थोडेसें येथें वर्णन केलें आहे. तसबिरी कागदावर किंवा भिंगावर पक्क्या ठरविण्याकरतां याचा उपयोग फार करितात. जे रुप्याचे क्षार पाण्यांत अविद्राव्य आहेत, त्यांस वितळाविण्याचें या संयुक्त पदार्थाचे आंगीं सामर्थ्य आहे.

प्रयोग १४६—नैत्रिक आसिड एका नळींत घेऊन त्यांत चवली टाकावी. म्हणजे चवलींतील तांब्यामुळें निळसर द्रव होईल. त्यांत पाणी घालून रूप्याच्या नैत्रेटाचा द्रव तयार करावा, किंवा आयताच क्षार घेऊन त्याचा द्रव करावा. यांत मिठाचें पाणी घालावें, म्हणजे तात्काळ रूप्याच्या क्लोराइडाचा पांढरा सांका तळीं बसतो. आतां यांत जर सोडिक हैपोसल्फाइट या क्षाराचा द्रव घातला, तर पांढरा सांका विद्रुत होऊन जाऊन रूप्याचा सोडिक हैपोसल्फाइट बनतो.

सोडिक हैपोसल्फाइट. रूप्याचा क्लोराइड. रूप्याचा सोडिक हैपोसल्फाइट.

$\text{सो}_2\text{ग}_2\text{आ}_3$ + रुक्लो = $\text{रुसोग}_2\text{आ}_3$ मीठ.
+सोक्लो.

याप्रमाणें रूप्याचे ब्रोमाइड व आयोडाइड हेही क्षार वितळतात.

(२५७) जेव्हां तसबीर* पाण्यानें धुतात तेव्हां तीवरील विद्राव्य रूप्याचा नैत्रेट नाहींसा होतो. परंतु अविद्राव्य असे रूप्याचे आयोडाइड

---

* हैपोसल्फाइटाचा उपयोग करण्यापूर्वी तसबीर भिंगावर व कागदावर तयार करितात त्याची कृति अशी आहे. कोलोडिअनांत पोट्यासिक आयोडाइड मिसळून तसल्या कोलोडिअनाचा थर ज्या भिंगावर उलटी तसबीर (निगेटिव्ह) घेणें असेल त्यावर देतात. तें भिंग रूप्याच्या नैट्रेटाच्या द्रवांत घालितात. येणेंकरून नैट्रेटाचें आयोडाइडावर रसायन कार्य घडून (आयोडीन प्रकरण पहा) भिंगावर रूप्याच्या आयोडाइडाचा थर जमतो. यावर प्रकाशाचें कार्य घडतें. म्हणून ही क्रिया अंधेरांत करावी लागते. नंतर तें भिंग क्यामेरांत घालून, ज्याची तसबीर घेणें असेल, त्यावरून परावर्तन पावलेले सूर्य किरण भिंगावर अजुक पाडितात. येणेंकरून किरण पडतात त्याजागीं मात्र प्रकाशाचें कार्य आयोडाइडावर घडतें. या वेळीं भिंगावर तसबीर दिसत नाहीं. परंतु तें भिंग अंधेरांत आणून त्यावर, प्रोटोसल्फेट आफ आयर्न (हिराकस) आणि पायरोग्यालिक आसिड यांच्या मिश्रणाचा द्रव (डिव्हेलपर) ओतिला म्हणजे तसबीर दिसूं लागते. मग तसबीर पाण्यानें धुतात. परंतु ज्या जागीं भिंगावर किरण पडले नाहींत, त्या जागीं अविद्राव्य आयोडाइड राहतो. त्यावर प्रकाश पडल्यास तसबीर बिघडेल म्हणून त्यावर हैपोसल्फाइटाचा द्रव घालतात. याणें तसबीर भिंगावर पक्की बसून प्रती छापून घेण्यास तयार होते. ज्या कागदावर तसबीर छापणें आहे तो कागद प्रथम रूप्याच्या नैट्रेटाच्या द्रवांत भिजवून, नंतर तो मिठाच्या पाण्यांत बुडवितात. येणेंकरून त्यावर रूप्याच्या क्लोराइडाचा थर जमतो. नंतर हा कागद निगेटिव्ह असलेल्या भिंगावर चौकटींत घालून उन्हांत ठेवि-

आणि क्लोराइड हे तसेच राहतात. यावर प्रकाश पडला तर त्याचें त्यांवर कार्य घडून तसबीर बिघडते. याकरितां त्यांस विरघळवून नाहींतसें करण्याकरितां सोडिक हैपोसल्फाइट याचा द्रव ओतितात, येणेंकरून ते वितळले जातात. परंतु ज्या भागांवर प्रकाशाचें कार्य घडलें असतें त्यांत कांहीं फेरफार होत नाहीं. यानंतर पुनः तसबीर पाण्यानें स्वच्छ धुतली म्हणजे तसबीर पक्की ठरली जाऊन तीवर प्रकाशाचें कांहीं कार्य घडत नाहीं.

याशिवाय कागद करण्याकरितां क्लोरिनानें शुभ्र केलेला जो द्रव त्यांतील क्लोरिनाचा अंश अगदीं नाहींसा करण्याकरितां, आलीकडे या क्षाराचा उपयोग करूं लागले आहेत.

हा क्षार अनेक रीतींनीं तयार कारितात. त्यांतील सुलभ रीति अशी आहे. सोड्याच्या सल्फाइटाच्या द्रवांत गंधकाचें फूल भिजत घालून ठेवितात.



सो२ गआ३+ग=सो२ ग२ आ३.

गंधक वितळला जाऊन एक रंगहीन द्रव तयार होतो. तो आटविला, म्हणजे सोडिक हैपोसल्फाइट या क्षाराचे स्फटिक बनतात. या क्षारांतील आसिड वेगळें करितां येत नाहीं. कारण तें लागलेंच पृथग्भूत होऊन गंधक व सल्फ्युरस आसिड हीं वेगळीं होतात.

प्रयोग १४७—सोडिक हैपोसल्फाइट याच्या द्रवांत हैड्रोक्लोरिक आसिड थोडेंसें मिळवावें. म्हणजे थोड्या मिनिटांत त्यास सल्फ्युरस आसिडाचा वास येऊं लागतो; आणि गंधक वेगळा पडल्यामुळें द्रव दुधासारखा पांढरा दिसतो.

(मागील पृष्ठावरून.)

तात. म्हणजे भिंगाच्या रंगहीन भागांतून किरण पडून कागदावरील क्लोराइडावर कार्य घडतें, परंतु काळ्या भागांतून किरणाचा प्रवेश होत नाहीं यामुळें भिंगावरील उलट्या तसबिरीची सुलटी तसबीर कागदावर निघते. कागदावरील ज्या जागच्या क्लोराइडावर प्रकाशाचें कार्य घडलें नाहीं त्या जागीं पुनः कार्य घडूं नये म्हणून तो कागद हैपोसल्फाइटानें धुतात.

सल्फ्युरेटेड हैड्रोजन.

चिन्ह–$है_२ग$; सं. प्र. ३४ · वि. गु. १·१९१२.

(२५८) गंधक आणि हैड्रोजन यांचा संयोग होऊन सल्फ्युरेटेड हैड्रोजन या नांवाचा एक चमत्कारिक व फार उपयुक्त असा संयुक्त पदार्थ होतो. याच्या आंगीं थोडेसे आम्लाचे धर्म असतात, म्हणून यास कित्येक हैड्रोसल्फ्युरिक आसिड हें नांव देतात. हा संयुक्त पदार्थ सृष्टींत कित्येक खनिजोदकांत सांपडतो. उद्भिज पदार्थांच्या पृथक्करणापासून व चिखली जमिनींतूनही निघतो. गंधक असणाऱ्या सर्व प्रकारच्या सेंद्रिय पदार्थांपासूनही हा वारंवार उत्पन्न होतो.

(२५९) **कृति**–सल्फ्युरेटेड हैड्रोजन बहुधां लोखंडाचा सल्फाइड आणि जलमिश्रित गंधकाम्ल यांपासून तयार करितात. चार भार गंधक आणि सात भार लोखंडाचा चुरा अशीं एका मुशींत घालून उष्ण केलीं असतां दोहोंचा संयोग होऊन सल्फाइड तयार होतो. याहून सुलभ रीति म्हटली म्हणजे पुढील होय. लोखंडाच्या कांबीचा तुकडा शुभ्रोष्ण करून तो पकडीनें पाण्यानें भरलेल्या वायुपात्रावर धरावा; आणि चिमटयानें नळ्या गंधकाची एक कांडी त्या कांबीस लावावी. म्हणजे गंधक लोखंडाशीं संयोग पावून लोखंडाच्या सल्फाइडाचे थेंब पाण्यांत पडतात. कांबीजवळ गंधक जातांच त्या दोहोंचा संयोग होतो. यामुळें लोखंड लोण्यासारखें वितळून खालीं पडतें असें दिसतें. याप्रमाणें तयार केलेल्या सल्फाइडाचे बारीक तुकडे एका लहानशा चंबूंत घालून त्यास बूच बसवावें. बुचास दोन भोंकें पाडून, एकांतून बुडापर्यंत पोंचे, अशी गळणी असलेली कांचेची नळी बसवावी, आणि दुसऱ्या भोंकांत वायुवाहक नळी बसवावी. नंतर गुंजभर सल्फाइडास एक ड्राम या प्रमाणानें गंधकाम्ल घेऊन, त्यांत त्याच्या सहा किंवा आठपट पाणी मिसळावें. म्हणजे चंबूंत रसायन कार्य सुरू होऊन हा दुर्गंधवायु पुष्कळ निघूं लागतो. शुद्ध करण्याकारितां मधील पाण्याच्या कुपींतून सोडावा. (आकृति ९८ पहा.)

$$लोग+है_२गआ_४=है_२ग+लोगआ_४.$$

वर सांगितलेल्या रीतीनें तयार केलेल्या सल्फाइडांत कधीं कधीं

लोखंडाचा अंश अमिश्र स्थितींत राहतो म्हणून यापासून केलेल्या वायूंत थोडासा हैद्रोजन मिश्रित असतो. शुद्ध सल्फ्युरेटेड हैद्रोजन अंटिमनी धातूचा सल्फाइड आणि हैद्रोक्लोरिक आसिड यांपासून काढितात.

हा वायु थंड पाण्यांत फार शोषला जातो, म्हणून हा ऊन पाण्यावर, पाऱ्यावर, किंवा आगंतुक रीतीनें धरावा. थंड पाणी आपल्या आकारमानाच्या अडीचपट हा वायु शोषून घेतें; त्या पाण्यास वायूचे सर्व धर्म प्राप्त होतात. हा द्रव प्रयोगाकरितां वारंवार लागतो. म्हणून एका पाण्यानें भरलेल्या कुपींत या वायूचा प्रवाह सोडावा म्हणजे द्रव तयार होतो.

(२६०) **धर्म**—सल्फ्युरेटेड हैद्रोजन रंगहीन आणि पारदर्शक आहे. यास कुजलेल्या आंड्यांसारखा दुर्गंध येतो. हा अत्यंत जलाल विष आहे. थंड पाणी आपल्या आकारमानाच्या अडीचपट हा वायु शोषून घेतें. त्या पाण्यास या वायूचा वास व दुसरे धर्म प्राप्त होतात. हा द्रव कित्येक धातूंची परीक्षा करण्यास फार उपयोगी पडतो. अर्धीमुर्धी कुपी भरून जर हा द्रव ठेविला तर वायूचें पृथग्भवन होऊन त्यांतील हैद्रोजन द्रवावरील हवेंतील आक्सिजनाशीं संयोग पावून पाणी बनतें, आणि वेगळ्या झालेल्या गंधकानें द्रव पांढुरका दिसूं लागतो. हा वायु ज्वालाग्राही आहे. हा पेटविला असतां ज्योत फिकट निळ्या रंगाची दिसते. गंधकाची वाफ एक माप आणि हैद्रोजन दोन मापें अशीं एकंदर तीन मापें एकत्र होऊन दोन मापें सल्फ्युरेटेड हैद्रोजन तयार होतो. म्हणून याची घटना पाण्यासारखी आहे. कारण एक माप आक्सिजन आणि दोन मापें हैद्रोजन एकत्र होऊन दोनच मापें पाण्याची वाफ होते. याच्या आंगीं कांहींसे आसिडाचे धर्म आहेत. कारण लिटमसाच्या निळ्या कागदास हा तांबडा करितो. परंतु तांबडेपणा कांहीं वेळानें निघून जातो.

हा वायु आणि सल्फ्युरस आसिड अशीं मिश्र केलीं असतां आर्द्रतेच्या सांन्निध पृथग्भूत होतात.

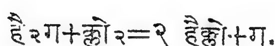
प्रयोग १४८–सल्फ्युरेटेड हैद्रोजन आणि सल्फ्युरस आसिड या दोन वायुंनीं दोन कुप्या भराव्या. त्यांचीं बुचें काढून त्यांच्या तोंडांवर कांचेचे तुकडे ठेवावे. नंतर सल्फ्युरेटेड हैद्रोजनाच्या कुपीवर सल्फ्युरस

आसिडाची कुपी पालथी घालावी. म्हणजे त्यांचें परस्परांवर कार्य होऊन ते पृथग्भूत होतात. सल्फ्युरस आसिडांतील आक्सिजन, सल्फ्युरेटेड हैड्रोजनांतील हैड्रोजनाशीं संयोग पावून पाणी बनतें. आणि गंधक वेगळा पडतो. थोडेंसें पेंटयाथिआनिक ($है_२ ग_५ आ_६$) या नांवाचें आसिड उत्पन्न होतें.



$$५है_२ग+५गआ_२=५ग+४है_२आ+है_२ग_५आ_६.$$

याचप्रमाणें क्लोरीन, ब्रोमीन, आणि आयोडीन हे पदार्थही याचें पृथक्करण करितात. मागील प्रयोगांत सल्फ्युरस आसिडाच्या ऐवजीं क्लोरीन घेऊन प्रयोग केल्यास हैड्रोक्लोरिक आसिड बनून गंधक वेगळा पडतो.



$$है_२ग+क्लो_२=२\ हैक्लो+ग.$$

या कारणास्तव या वायूचा दुर्गंध नाहींसा करण्यासाठीं क्लोरीनमिश्रित पाण्याची योजना करितात.

(२६१) गंधकाच्या अंगीं धातूंशीं संयोग पावण्याचा मोठा धर्म आहे. म्हणून सल्फ्युरेटेड हैड्रोजनांतील हैड्रोजनाची जागा धातु सहज घेतात, व त्यांचे सल्फाइड बनतात. यास्तव हा वायु कित्येक धातूंची परीक्षा करण्यास फार उपयोगीं पडतो. कारण धातूंच्या क्षारांच्या द्रवांत या वायूचा द्रव घातला कीं, धातु गंधकाशीं संयोग पावून भिन्न भिन्न रंगाच्या सल्फाइडांचे सांके तळीं बसतात. त्यावरून अमकी धातु यांत आहे असें ओळखितां येतें. मुख्यत्वें करून रुपें, त्रिस्मथ, पारा, शिसें, तांबें, सुवर्ण, प्लाटिनम, कथील, अंटिमनी आणि आर्सेनिकम या धातु ओळखितां येतात. याकरितां सल्फ्युरेटेड हैड्रोजन पाण्यांत विरघळवून द्रव तयार करावा.

प्रयोग १४९—रुप्याच्या नैत्रेटाच्या द्रवांत वरील द्रव थोडासा घातला तर काळ्या रंगाचा सांका तळीं बसतो. हा रुप्याचा सल्फाइड होय.

प्रयोग १५०—शिशाच्या आसिटेटाच्या द्रवांत घातला तरीही काळा सांका तळीं बसतो.

याच कारणास्तव रुप्याचीं भांडीं, कलाबतू, सफेत्यानें (शिशाच्या

आक्साइडानें) रंगविलेले पदार्थ, या वायूनें काळसर होतात; तसेंच खनिज कोळशांच्या धुरानेंही होतात. कारण तो धूर कितीही शुद्ध केला तरी त्यांत थोडा बहुत हा वायु असतो.

प्रयोग १५१—टारटर एमिटिकाच्या (टार्ट्रेट आफ अँटिमनी) द्रवांत घातला तर नारंगी रंगाचा सांका बसतो.

प्रयोग १५२—कथिलाच्या क्लोराइडांत घातला तर पिवळा सांका बसतो.

प्रयोग १५३—मोरचुंदांत घातला तर फिकट काळसर सांका बसतो.

प्रयोग १५४—जस्ताच्या क्षारांत घातल्यास पांढरा सांका बसतो.

याप्रमाणें दुसऱ्या धातूचे क्षार घेऊन प्रयोग केल्यास निरनिराळ्या रंगाचे सांके बसतात, व त्यावरून धातु ओळखितां येतात.

कार्बान डायसल्फाइड.

चिन्ह—काग२; सं. प्र. ७६; द्रवाचें वि. गु. १.२७२.

(२६२) गंधक आणि कार्बान यांचा हा एक चमत्कारिक संयुक्त पदार्थ आहे. हा पदार्थ फार चपल असून याचा वास फारच उग्र व त्रासदायक आहे. हा पदार्थ जहाल विष आहे. हा द्रव स्थितींत असतो, व तो द्रव रंगहीन असतो. हा पाण्याहून जड आहे. परंतु त्यांत अगदीं विद्राव्य नाहीं. पाण्यांत घातला तर जशाचा तसा तळीं बसतो. आल्कोहोल, बेंझोल, टरपेंतेल, आणि सर्व प्रकारचीं स्थीर व चपल तेलें यांत विद्राव्य आहे. यामध्यें गंधक, फास्फरस, आणि आयोडीन हे पदार्थ विरघळतात.

प्रयोग १५५—कार्बानडायसल्फाइडाचे चार चार थेंब चार नळ्यांत घालावे. तिहींत गंधक, फास्फरस आणि आयोडीन यांचे बारीक कण टाकावे. म्हणजे ते त्यांत विरघळून जातील. चवथींत पाण्याचे चार थेंब घालावे. पाणी त्याशीं मिळणार नाहीं.

या वायूची वाफ पोटांत गेली तर मनुष्यास झांपड पडून तो मुर्च्छित होतो. याकरितां बसण्याच्या खोल्यांत याची वाफ जाऊं न दे-

ण्याविषयीं फार जपलें पाहिजे. ज्यांस या वाफेचा संपर्क होतो, ते निःशक्त होऊन त्यांची स्मरणशक्ति नाहींशी होते. धान्यास कीड पडली म्हणजे युरोपांत, धान्याच्या कोठारांत याची वाफ सोडतात. येणेंकरून एक दोन तासांत कीड मरून जाते व धान्य बिघडत नाहीं.

हा अत्यंत ज्वालाग्राही आहे. ११८° फ्या. उष्णमानावर याची वाफ होते. ४२०° वर हा पेटतो.

लाल भडक कोळशांवरून गंधकाची वाफ सोडून हा पदार्थ तयार करितात.

(२६३) सेलेनिअम आणि टेल्युरिअम हीं तत्वें गंधकाच्या वर्गांतलींच आहेत. हीं हैड्रोजन आणि आक्सिजन यांशीं संयोग पावतात, आणि गंधकाच्या संयुक्त पदार्थांसारखेच यांचे संयुक्त पदार्थ उत्पन्न होतात.

सल्फ्युरेटेड हैड्रोजन.	सल्फ्युरस आसिड.	सल्फ्युरिक आसिड.
$है_२ग$	$है_२गआ_३$	$है_२ गआ_४$
सेलेन्युरेटेड हैड्रोजन.	सेलेनिअस आसिड.	सेलेनिक आसिड.
$है_२ से$	$है_२ सेआ_३$	$है_२ सेआ_४$
टेल्युरेटेड हैड्रोजन.	टेल्युरस आसिड.	टेल्युरिक आसिड.
$है_२ टे$.	$है_२ टेआ_३$	$है_२ टेआ_४$.

हीं तत्वें विरळा सांपडतात, व व्यवहारांत यांचा उपयोग होत नाहीं म्हणून यांचें वर्णन येथें केलें नाहीं.

प्रकरण २४.

फास्फरस.

(प्रकाशद.)

चिन्ह. फा; सं. प्र. ३१; सं. आ. $\frac{१}{२}$ घन स्थितींत वि. गु. १·८३, वायु स्थितींत वि. गु. ४·४२.

२६४ **व्याप्ति**–ब्र्यांट या नांवाच्या गृहस्थानें फास्फरस हा पदार्थ, सन १६६९ सालीं शोधून काढिला. सृष्टींत असंयुक्त स्थितींत फास्फरस सांपडत नाहीं. ग्रानाइट व दुसरे जे फार प्राचीन पाषाण, यांत चुन्याचा फास्फेट या रूपानें आढळतो. फास्फेरिक आसिड या रूपानें चुना आणि मग्नीशिआ यांशीं मिळून ज्वालामुखी पर्वतांचीं खडकें व इतर फार प्राचीन खडक यांत असतो. यांचें पीठ होऊन बारीक कण जमिनींत मिळतात. त्यांतून झाडांस फास्फेट प्राप्त होतो, आणि तो मुख्यत्वें त्यांच्या बीजांत पुष्कळ जमतो. हा पदार्थ प्राण्यांस चांगला पोषक आहे. मनुष्यें व पाळीव जनावरें यांच्या खाण्यांत येणाऱ्या तांदूळ, गहूं, हरभरे, वाटाणे, घेवडे इत्यादि धान्यांत फास्फरसाचा पुष्कळ अंश असतो. धान्यांतून मनुष्याचे पोटांत फास्फरस जातो, आणि त्यांच्या शरीराच्या भिन्न भिन्न अवयवांत या पदार्थाचा सांठा जमतो. चुना आणि मग्निशिया यांचे फास्फेट, या रूपांनीं प्राण्यांच्या अस्थींत हा पुष्कळ असतो. अस्थींचा घट्टपणा व ताठरपणा याच पदार्थानें त्यांस आलेला असतो. मनुष्य जातीच्या मानासिक व्यापारासही हा आवश्यक आहे असें दिसतें; कारण मेंदु, मज्जातंतु, ज्ञानतंतु, चेतनातंतु, वगैरे जीं मानासिक व्यापारांचीं स्थानें, त्यांचा फास्फरस हा एक मुख्य घटक आहे. मांस, रक्त, दूध इत्यादिकांमध्येंही हा आहें. प्राण्यांच्या मलमूत्रांतून हा बाहेर पडतो. आणि तें मलमूत्र, त्यांतील फास्फरसामुळेंच जमिनीस पोषक होतें. ग्युआनो व इतर जलचरांचे मल यांमध्येंही हा पुष्कळ असतो.

(२६५) **कृति**–प्राण्यांच्या मूत्रांत जे क्षार असतात त्यांतून पूर्वीं फास्फरस काढीत, परंतु आलीकडे प्राण्यांच्या अस्थींतून, किंवा सृष्टींत

जो चुन्याचा फास्फेट सांपडतो त्यांतून काढतात. फास्फरस काढण्याकरतां हाडांची राख करावी लागते. पूर्वी उघड्या हवेंत हाडें कांहीं तास जाळून नंतर त्याची पूड करीत. परंतु हल्लीं तशा रीतीनें राख करीत नाहींत. मागें जी लांकडी कोळसा करण्याची शास्त्रीय रीति सांगितली त्या रीतीनें एका भांड्यांत हाडें घालून त्यांतील उडणारीं द्रव्यें घालवितात. या रीतीनें जो हाडाचा कोळसा तयार होतो त्याचा साखर शुभ्र करण्यांत उपयोग करितात. तो शुभ्र करण्याच्या निरुपयोगी झाला म्हणजे उघड्या हवेंत जाळून त्याची पूड करतात. दोहोंपैकीं कोणत्या तरी रीतीनें केलेल्या अस्थींच्या या भस्मांत, ३ भाग मंदसल्फ्युरिक आसिड आणि २० भाग पाणी अशीं मिश्र करून दोन तीन दिवस ठेवितात. नंतर तो द्रव तागाच्या जाड कपड्यांत घालून, अविद्राव्य चुन्याच्या सल्फेटापासून आसिड जोरानें पिळून काढतात. ह्या कृतींत अस्थि भस्मांतील चुन्याचा फास्फेट सल्फ्युरिक आसिडानें पृथग्भूत होऊन, त्यांतील दोन तृतीयांश चुना सल्फ्युरिक आसिडाशीं मिळून अविद्राव्य चुन्याचा सल्फेट बनतो, आणि बाकीचा एक तृतियांश फास्फेरिक आसिडाशीं संयोग पावून चुन्याचा विद्राव्य सुपर फास्फेट या रूपानें गाळलेल्या द्रवांत राहतो.

त्रिक्षयाम्लिक फास्फेट. गंधकाम्ल. चुन्याचा सुपर फास्फेट. चुन्याचा सल्फेट.

$$\text{काल्}_{३}\text{२फाआ}_{४}+\text{२है}_{२}\text{गआ}_{४}=\text{है}_{४}\text{क्याल्}\ \text{२फाआ}_{४}+\text{२क्याल्}\ \text{गआ}_{४}$$

ह्या द्रव आटवून शिरक्यासारखा दाट करितात. नंतर त्यांत त्याच्या $\frac{१}{३}$ भार कोळशाची पूड मिसळतात. तें मिश्रण लोखंडी पात्रांत घालून भट्टींत ठेवितात आणि एकसारखें ढवळून त्यास आरक्तोष्ण करितात. हा उष्ण केलेला गोळा मातीच्या रिटार्टांत घालून भट्टींत ठेवून लाल करितात. टाकणखार आणि उत्कृष्ठ चिकणमाती या समभाग मळून, त्याचें रिटार्टावर लिंपण काढितात. रिटार्टांतून फास्फरस हळू हळू बाष्परूपानें निघूं लागतो. (आकृति ९९ पहा.) तो धरण्याकरितां रिटार्टाला तांब्याची वक्र नळी लावितात. तिचें एक तोंड पाण्यानें भरलेल्या शिशींत सोडितात. या नळींतून फास्फरसाचे पिवळे थेंब पाण्यांत ठिबकतात. शिशीच्या

तोंडांत दुसरी एक दोहों तोंडानीं उघडी नळी बसवितात, तींतून ज्या दुसऱ्या वाफा निघतात त्या बाहेर जातात.

रिटार्टीतील चुन्याचा सुपर फास्फेट पृथग्भूत होऊन चुना आणि फास्फेरिक आसिड हीं वेगळीं पडतात. चुना पुनः कांहीं फास्फेरिक आसिडाशीं संयुक्त होऊन अस्थि भस्माच्या स्थितींत रिटार्टमध्यें मागें राहतो. जें फाजील फास्फेरिक आसिड असतें, त्याचेंच मात्र कोळशाच्या योगानें पृथग्भवन होऊन हैड्रोजन, कार्बानिक आक्साइड, आणि फास्फरस हीं उत्पन्न होतात. वायुरूपी पदार्थ नळीवाटे बाहेर जातात आणि फास्फरसाची वाफ थिजून घन फास्फरस पाण्यांत जमतो. प्रथमतः सुपर फास्फेटाचें पृथक्करण होतें तें असें.

$$३\,(\text{है}_{४}\,\text{क्याल्}\,२\text{फाआ}_{४}) = \text{क्याल}_{३}\,२\text{फाआ}_{४} + ४\,\text{है}_{३}\,\text{फाआ}_{४}$$

नंतर वेगळ्या झालेल्या आसिडाचें पृथक्करण होतें तें असें.

$$४\,\text{है}_{३}\,\text{फाआ}_{४} + १६\,\text{का} = \text{फा}_{४} + ६\,\text{है}_{२} + १६\,\text{काआ}.$$

या रीतीनें केलेला फास्फरस ऊन पाण्यांत घालून वितळवितात. त्यांत चुन्याच्या क्लोराइडाची पूड (शुभ्र करण्याची पूड) मिसळून सछिद्र कातड्यांतून जोरानें पिळून काढतात. द्रव स्थितींत असतांच नळ्यांत ओतून व नळ्या थंड पाण्यानें शीत करून फास्फरसाच्या कांड्या बनवितात. याच कांड्या बाजारांत विकतात.

(२६६) **धर्म**—साधारण उष्णमानावर व स्वच्छ अवस्थेंत मृदु, अर्धपारदर्शक, रंगहीन, आणि मेणासारखा घन असा फास्फरस असतो. फार शीत केला, तर कठीण व ढिसूळ होतो. हवेंत ठेविला तर याचें मंद ज्वलन होतें आणि त्यांतून पांढऱ्या वाफा निघतात, त्यांस कांहींसा लसणी सारखा वास येतो. ह्या वाफा अंधारांत लकलकतात. फास्फरसाची कांडी सुद्धां अंधेरांत लकलकते. म्हणून यास इंग्रजींत फास्फरस म्हणजे प्रकाश देणारा आणि मराठींत प्रकाशद अशीं नांवें दिलेलीं आहेत. ६०° फ्या. उष्णमानावर याचें विशिष्ट गुरुत्व १·८३ असतें. १११·९° फ्या. उष्णमानावर हा वितळतो. हा विद्युल्लता वाहक नाहीं. हा अत्यंत ज्वालाग्राही आहे. त्याच्या वितळण्याच्या उष्णमानाहून थोडेंसें उष्णमान ज्यास्त झालें कीं तो पेटतो. यत्किंचित

घर्षणानेंही तो पेटतो. कधीं कधीं आपल्या गरम हाताच्या उष्णतेनें देखील तो पेटतो. यास्तव तो धरते वेळीं फार जपलें पाहिजे. हा पदार्थ नित्य पाण्यांत ठेवितात. त्याचा तुकडा कापणें झाल्यास पाण्यांतच कापावा; व नेहमी चिमट्यानें धरावा. कारण फास्फरस पेटून, हात जळला तर मोठी दुखापत होते व ती लवकर बरी होत नाहीं. आणि फास्फरस एकदां पेटला म्हणजे लवकर विझत नाहीं. हा हवेंत पेटला म्हणजे त्याची ज्वाला शुभ्र व सतेज असते. याच्या जळण्यापासून फास्फेरिक आसिडाच्या वाफा निघतात. बंद केलेल्या पात्रांत हा उष्ण केला तर ५५०° उष्णमानावर यापासून रंगहीन वाफा निघतात. ४६-६६ घनइंच आकारमानाची ही वाफ वजन केली तर तिचें वजन ६२ ग्रेन भरतें. म्हणून याचा संयोजक आकार $\frac{1}{2}$ आहे. म्हणून आकारमानाच्या सर्व व्यापक नियमास हा पदार्थ अपवाद आहे. हा पदार्थ पाण्यांत अगदीं विद्राव्य नाहीं, परंतु ईयर नांवाच्या मद्यार्कांत हा थोडासा विरघळतो. बेन्झोल, टरपेंतेल, व दुसरीं स्थीर तेलें आणि कार्बान डायसल्फाइड यामध्येंही हा पुष्कळ विरघळतो.

(२६७) फास्फरस अनेक भिन्न रूपें धारण करितो. त्या सर्वांची रसायन घटना एकसारखीच असते; तरी त्यांचे धर्म भिन्न असतात. पाहिला प्रकार पारदर्शक फास्फरस हा होय. याचे धर्म वर सांगितलेच. हाच प्रकाशांत पाण्याखालीं ठेविला, म्हणजे त्यावरील कवच शुभ्र पांढरें होतें. हा दुसरा प्रकार होय. यास शुभ्र फास्फरस म्हणतात. याचें वि. गु. १.५१५ असतें. १२२° फा. उष्णमानावर उष्ण केला असतां तो साधारण पारदर्शक फास्फरसा सारखा होतो. उष्णतेनें वितळलेला फास्फरस जर एकाएकीं शीत केला तर तो गडद काळा व अपारदर्शक असा होतो. हा तिसरा प्रकार होय. हा वितळवून सावकाश शीत केला म्हणजे साधारण फास्फरसासारखा होतो. शुद्ध फास्फरस कढूं लागेपर्यंत उष्ण करून एकाएकी शीत केला म्हणजे रबरासारखा लवचिक होतो, हा चवथा प्रकार होय. तांबडा फास्फरस हा पांचव्या प्रकारचा फास्फरस होय. हा विशेष उपयुक्त व चमत्कारिक आहे. यास्तव याचें विशेष वर्णन खालीं केलें आहे.

कार्बानिक आसिड किंवा नैत्रोजन यांतील एका वायूनें भरलेल्या कांचपात्रांत ४९०° फ्या. पासून ४६०° फ्या. उष्णमानावर, साधारण फास्फरस पुष्कळ तासपर्यंत उष्ण केला, म्हणजे रक्तवर्ण फास्फरस तयार होतो. फास्फरस प्रथमतः वितळतो आणि पुनः घन, अपारदर्शक, आणि लाल भडक होतो. याचें विशिष्ट गुरुत्व वाढून २.१४ होतें. तांबड्या फास्फरसाचे धर्म साधारण फास्फरसाहून अगदीं भिन्न असतात. याची तांबडी पूड असते. हा हवेंत ठेविला तर तो पेटत नाहीं, व त्यापासून वाफा निघत नाहींत, व कांहीं वासही येत नाहीं. कार्बान डाय सल्फाइड किंवा बेंझोल यामध्यें ५००° फ्या. उष्णमानाच्या खालीं हा उष्ण केला, तर तो पेटत नाहीं. परंतु उष्णमान ५००° झालें कीं तो साधारण फास्फरसाच्या स्थितींत येतो आणि पेटतो. क्लोरिनाच्या कुपींत हा टाकिला तर क्लोरिनाचें कार्य यावर घडून उष्णता उत्पन्न होते. परंतु तो पेटत नाहीं.

हल्लीं फास्फरसाचा मुख्य उपयोग आगकाड्या करण्यांत होतो. बाजूवरच घर्षणानें पेटणाऱ्या आगकाड्या रक्तवर्ण फास्फरसाच्या कारितात. याच्या कृति खालीं प्रयोगांत सांगितल्या आहेत.

फास्फरसाचे प्रयोग करितांना फारच जपलें पाहिजे. नेहमीं प्रयोगास याचा अगदीं लहान तुकडा घ्यावा. नुसत्या हातांत कधीं घेऊं नये. घेतला तर कांहीं सेकंडाहून अधिक वेळ धरूं नये. नेहमी चिमट्यानें धरावा हें उत्तम. कारण हाताच्या उष्णतेनें तो पेटतो, व त्यापासून जो हातास चटका बसतो तो फारच दुःखकारक असतो. कापणें झाल्यास उथळ पाण्यानें भरलेल्या भांड्यांत कांडी चिमट्यानें घेऊन पाण्याखालीं कापावी. कोरडा करणें असेल तर अगदीं घर्षण न होई अशा रीतीनें टिपण्याच्या कागदांत घालून हळू व फार जपून कोरडा करावा. हा पदार्थ अत्यंत विषकारक आहे. याच्या वाफाही विषकारक असून त्यांस वाईट वास येतो. यास्तव ज्या खोलींत हवा चांगली खेळते त्या खोलींतच हे प्रयोग करावे.

प्रयोग १५६—एका नळींत कढत पाणी घालून त्यांत फास्फरसाचा तुकडा टाकावा. म्हणजे तो बुडाशीं जातो आणि वितळतो.

प्रयोग १५७—फास्फरसाचा तुकडा कोरडा करून त्याची जाड

कागदांत पुडी करावी. ती चिमठ्यांत धरून जमिनीवर घासली कीं, कागद पेटतो. कापसाच्या गोळ्यांत याचा तुकडा घालून त्यावर हातो-ड्यानें ठोकिलें कीं, तो पेटतो. कढत पाण्यांत तरंगणाऱ्या लांकडी तुकडयावर कांचेच्या तुकड्यांत याचा तुकडा ठेविला, तर तो लागलाच पेटेल. एका कौलावर याचा तुकडा ठेवून त्यावर आयोडिनाचे कण घातले कीं तो पेटतो. एका नळींत तांब्याचा आक्साइड आणि फा-स्फरस घालून दिव्यावर उष्ण केला कीं, फास्फरस पेटतो व हिरवी ज्योत दिसते. काळ्या कागदावर फास्फरसाच्या कांडीनें कांहीं अक्षरें लिहिलीं तर तीं अंधारांत लखलखीत दिसतात. कारण फास्फरस जो कागदावर चिकटतो तो पेटतो.

प्रयोग १५८—एका नळींत थोडेंसें कार्बानडायसल्फाइड घेऊन त्यांत फास्फरस विरघळवावा. हा द्रव टिपण्याऱ्या कागदावर ओतावा आणि तो कागद वाळूं द्यावा. फास्फरस बारीक रजोरूपानें कागदावर पसरेल, आणि कागद वाळतांच तो पेटेल.

प्रयोग १५९—वाटाण्या एवढा फास्फरसाचा तुकडा एका कुपींत घालून त्यावर ईथर नांवाचा मद्यार्क ओतावा. कुपी बंद करून तशीच कांहीं दिवस राहूं द्यावी. केव्हां केव्हां ती हालवावी. म्हणजे फास्फ-रस ईथरामध्यें वितळेल. हा द्रव अंधारांत उघडला तर लकलकीत दिसेल. तसेंच आलिव्हच्या दोन चमचे तेलांत वाटाण्या एवढा फास्फ-रस घालून जपून उष्णता लाविली म्हणजे त्या तेलांत फास्फरस विर-घळतो. हाही द्रव अंधारांत लकलकतो. हे दोन्ही द्रव कुप्यांत गच्च बंद करून अंधेरांत ठेविले असतां पुष्कळ दिवस टिकतात. हे जरी लकलकतात तरी त्यांस जाळण्याचें सामर्थ्य नसतें. म्हणून हाता तोंडावर सारविल्यानें इजा होत नाहीं. याकरितां तोंडावर हा द्रव सारविला तर तोंड लकलकीत भडक आगी सारखें दिसेल. हातावरच सारविलें तर हात मात्र पेटल्या सारखा दिसेल. सर्व शरीरभर सारवि-लें तर खरा आग्या वेताळ दिसेल.

प्रयोग १६०—पाण्यावर आगीच्या लाटा—पिठीसाखरेच्या गोळ्या-वर वरील द्रवाचे कांहीं थेंब घालून साखर ऊन पाण्यांत ठेवावी. म्हणजे पाण्यावर आगीच्या लाटा दिसतात. कारण ईथर आणि फास्फरस हे

पदार्थ पाण्याचे पृष्ठभागीं येतात, तेथें हवेंतील आक्सिजनाचा संबंध होतांच पेटतात. पाणी फुंकून हालविलें म्हणजे तर फारच मजेदार ज्वाळा एकामागून एक आलेल्या दिसतात.

प्रयोग १६१–पाण्यांत फास्फरसाचा जाळ व त्याचें आक्सिजनांत ज्वलन हे प्रयोग मागें सांगितलेच आहेत. (प्रकरण ४ पृष्ठ २९ आणि प्रकरण ११ पृष्ठ ८४)

प्रयोग १६२–फास्फरसाचा लहानसा तुकडा एका लहानशा शिशींत घालून ती शिशी कढत वाळूनें भरलेल्या पळींत उष्ण करावी. कुपी फिरवून वितळलेला फास्फरस कुपीच्या आंतील बाजूंनीं पसरूं द्यावा. ही कुपी गच्च बंद करून ठेविली म्हणजे पाहिजे तेव्हां दिवा लावण्याचे वेळीं उपयोगीं पडते. कुपी उघडून आंत बारीक काडी घालून अंमळ बाजूंनीं फिरविली आणि बाहेर काढिली कीं पेटते. येणेंकरून नच पेटेल तर कुपीवर घांसावी म्हणजे लागलीच पेटेल.

(२६८) आगकाड्या करण्याच्या अनेक रीति आहेत. निरनिराळ्या कारखान्यांत भिन्न भिन्न कृति आढळतात. त्यांत मुख्य चार प्रकार आहेत. ज्या फटकन् अवाज होऊन पेटतात त्यांत क्लोरेट आफ पोटयाश हा पदार्थ असतो. ज्यांचा पेटतांना अवाज होत नाहीं त्यांत हा क्षार नसतो. ज्या पाहिजे त्यावर घासल्यानें पेटतात त्यांच्या टोंकांत फास्फरस असतो. परंतु ज्या बाजूवरच ओढल्यानें पेटतात त्या काड्यांच्या टोंकांत फास्फरस नसतो. परंतु ज्या बाजूवर पेटतात, त्या ठिकाणीं फास्फरस लावलेला असतो.

प्रयोग १६३–अवाज न होतां पेटणाऱ्या काड्या–या काड्या करण्याकरितां पुढील प्रमाणानें पदार्थ घ्यावे. १६ भार आरबी डिंक, ९ भार फास्फरस, शुद्ध सोरा १४ भार, आणि म्यांगनीझ धातूच्या काळ्या आक्साइडाची पूड १६ भार; अशीं घ्यावीं. डिंकांत पाणी घालून तो कढवून त्याचा दाट बलक करावा. त्यांत प्रथम म्यांगनीझ, नंतर फास्फरसाचे बारीक तुकडे मिसळावे. हे तुकडे डिंकाच्या पाण्यांत बुडावे. फास्फरस वितळून सर्व पदार्थ एकत्र व्हावे, म्हणून तें मिश्रण उष्ण करावें. १४०° फ्या. हून ज्यास्त उष्णता लावूं नये. त्या सुमारास फास्फरस आपोआप पेटतो. द्रव सडकून ढवळावा. म्हणजे फास्फरस चांगला मिसळतो. नंतर सोरा मिसळून पुनः ढवळींत ढ-

वळीत मिश्रण उष्ण करावें. काड्यांच्या टोंकांस लागण्या जोगा दाट बलक झाला म्हणजे विस्तवावरून काढून, त्यांत गंधकाचे पाण्यांत बुडविलेल्या काड्यांचीं टोंकें बुडवून वाळवावीं. काड्यांच्या टोकांतील फास्फरस मंद रीतीनें आक्सिजनाशीं संयोग पावून फास्फरस आसिड बनतें, व तें आसिड हवेंतील आर्द्रता शोषून घेतें. याकरितां वरच्या रीतीनें केलेल्या काड्या सरदावून पेटत नाहींशा होतात. परंतु काड्या वाळविल्यावर त्या कोपाल या नांवाच्या व्हारनिसांत बुडवाव्या म्हणजे सरदीनें त्या अगदीं बिघडत नाहींत.

प्रयोग १६४—अवाज होऊन पेटणाऱ्या काड्या—क्लोरेट आफ पोट्याश याची पूड ३० भाग, गंधकाची पूड १० भाग, पिठीसाखर ८ भाग, आणि अरबी डिंकाची पूड ५ भाग, हे पदार्थ कागदावर चाकूच्या पानानें हळू मिसळावे. नंतर बलक होण्याजोगें त्यांत पाणी घालावें. नंतर सल्फ्युरिक आसिडांत काड्या बुडवून त्यांचीं टोंकें वरील मिश्रणांत बुडवून त्या वाळवाव्या.

फास्फरस आणि पोट्यासिअमचा क्लोरेट या दोहोंच्या अत्यंत ज्वालाग्राही धर्मामुळें या काड्यांच्या कारखान्यांत वारंवार अपाय होतात. याशिवाय यांत काम करणाऱ्या मजूरांच्या दांतांत व खालच्या जबड्यांत फास्फरसाच्या वाफांपासून एका प्रकारचा महादुःखदायक रोग होतो व त्यानें पुष्कळ मजूर मरतात. यांपैकीं पहिला अनर्थ आलीकडे कमी झाला आहे. परंतु दुसरा जो फार भयंकर, तो तांबड्या फास्फरसाचा उपयोग करूं लागल्यापासून अगदींच नाहींसा झाला आहे. काड्या अकस्मात् कांहीं कारणानें पेटून अनर्थ होत ते टाळण्याकरितां फास्फरस आणि दुसरे ज्वालाग्राही पदार्थ यांस एकत्र करीत नाहींत.

प्रयोग १६५—तांबडा फास्फरस हवेच्या साधारण उष्णमानावर आक्सिजनाशीं संयोग पावत नाहीं. याकरितां कांचेची बारीक पूड व तांबड्या फास्फरसाची पूड एकत्र करून तें मिश्रण डिंकाच्या पाण्यानें काड्या ठेवण्याच्या पेट्यांच्या बाजूंवर लावितात. काड्यांचीं टोंकें क्लोरेट आफ पोट्याश, सुरमा (अंटिमनीचा सल्फाइड) कांचेची पूड आणि डिंकाचें पाणी यांच्या मिश्रणांत बुडवून वाळवितात. असली काडी फास्फरस असलेल्या खरबरीत बाजूवर ओढली तरच पेटते. परंतु फास्फरस

काड्यांच्या टोंकांत असला म्हणजे त्या कसल्याही खरबरीत पदार्थांवर घर्षण झाल्यानें पेटतात. बाजूंवरच पेटणाऱ्या काड्यांस सेफटिम्याचिस (निर्भय काड्या) म्हणतात.

प्रयोग १६६—रूप्याच्या नैत्रेटाच्या द्रवांत फास्फरसाचा तुकडा टाकावा. म्हणजे एक दोन दिवसांनीं द्रवांतील रूपें फास्फरसावर रजोरूप जमेल. असेंच तांबें, सोनें, प्लाटिनम्, यांच्या क्षाराच्या द्रवांतही फास्फरस टाकिला असतां त्यावर त्या त्या धातूंचे कण जमतात.

(२६९) फास्फरस कोणत्याही धातूशीं उष्ण केला म्हणजे तो त्या धातूशीं संयोग पावतो. त्या संयोगी पदार्थांस फास्फाइड असें म्हणतात.

फास्फरस आक्सिजनाशीं संयोग पावून दोन प्रसिद्ध आक्साइड बनतात. (१) फास्फेरिक आक्साइड ($फा_२ आ_५$) आणि (२) फास्फरस आक्साइड ($फा_२आ_३$). यांचा पाण्याशीं संयोग झाला म्हणजे तीव्र आसिडें उत्पन्न होतात. फास्फेरिक आसिड ($है_३फाआ_४$) आणि फास्फरस आसिड ($है_३फाआ_३$).

प्रयोग १६७–फास्फरसाचे वाटाण्या येवढे दोन तीन तुकडे टिपण्याच्या कागदांत कोरडे करून ते एका लहानशा पेल्यांत घालून तो पेला पराती सारख्या उथळ भांड्यांत ठेवावा. फास्फरस लाल तारेनें पेटवून त्यावर कोरडा ग्राहक पालथा घालावा म्हणजे कांहीं वेळानें फास्फेरिक आक्साइडाची बारीक पूड ग्राहकाच्या आंतील बाजूंनीं जमेल. (प्र. १६ पृष्ठ १५८ आ. ६६ पहा)

फास्फेरिक आक्साइडाची बर्फासारखी शुभ्र पूड असून, तिच्या आंगीं आर्द्रता शोषक धर्म फार आसतो. हा आक्साइड पाण्याशीं संयोग पावतो, आणि त्यापासून सजल फास्फेरिक आसिड उत्पन्न होतें. म्हणून या आक्साइडास आलीकडे फास्फेरिक निर्जलज म्हणतात.

फास्फरस त्याच्या १३ पट वजनाच्या जलमिश्रित नैत्रिक आसिडांत वितळवून, सजल फास्फेरिक आसिड तयार करितां येतें. तीव्र नैत्रिक आसिडांत फास्फरस घालूं नये. नैत्रिक आसिडाचें पृथक्करण होऊन फास्फरस आक्सिजनाशीं संयोग पावतो. द्रव उष्ण केला म्हणजे फाजील नैत्रिक आसिड उडून जाऊन शुद्ध फास्फेरिक आसिड

मागें राहतें. जर आणखी आटवून जाईल तितकें त्यांतील पाणी घालविलें, आणि बाकीचा पदार्थ शीत केला, तर कांचेसारखा चकचकीत त्याचा गोळा बनतो. तो पाण्यांत विरघळतो.

वर सांगितलेल्या फास्फेरिक आसिडा (है३ फाआ४) शिवाय आणखी दोन प्रकारचीं आसिडें फास्फरसापासून उत्पन्न होतात. तीं मेटा फास्फेरिक आसिड (है४ फाआ३) आणि पायरो फास्फेरिक आसिड (है४ फा२आ७) हीं होत.

(२७०) **फास्फ्युरेटेड हैड्रोजन**—है३ फा; सं. प्र. ३४; वि. गु. १.१८९. हा वायु अत्यंत विषकारक व अत्यंत ज्वालाग्राही आहे. यास लसणीसारखा घाण वास येतो. हा पाण्यांत विरघळत नाहीं. क्लोरीन वायूनें हा पृथग्भूत होतो. शुभ्र करण्याच्या पुडीच्या द्रवांत हा शोषला जातो. हा धातूंच्या क्षारांत सोडिला असतां, त्यांचें पृथग्भवन होऊन त्या धातूंच्या फास्फेटांचे सांके तळीं बसतात. हवा किंवा आक्सिजन यांशीं हा वायु मिश्र करून मिश्रण पेटविलें तर मोठा अवाज होऊन संयोग घडतो.

कृति—कास्टिक पोटयाश किंवा चुना, त्याच्या चौपट वजनाच्या पाण्यांत विरघळवून, तें मिश्रण एका फ्लास्कांत किंवा रिटार्टांत भरावें. रिटार्टचें तोंड पाण्यानें भरलेल्या उथळ भांड्यांत बुडे असा रिटार्ट बैठकीवर बसवून सावकाश उष्ण करावा. (आकृति १०० पहा) उष्णतेनें फास्फरसाचें पोटयाशावर कार्य घडून फास्फ्युरेटेड हैड्रोजन उत्पन्न होतो.

पाण्यामध्यें रिटार्टचें तोंड बुडविलें असतें, त्यांतून या वायूचे बुडबुडे निघून पाण्याबाहेर हवेंत आले म्हणजे फटकन फुटतात व आपोआप पेटतात; आणि कंकणाकृति धूर वर जातो. त्यांत फास्फेरिक आसिड आणि पाण्याची वाफ हीं असतात. धुराचीं कंकणें जसजशीं वर जातात तसतशीं तीं मोठीं होऊन आपल्या सभोंवार गिरक्या घालीत सावकाश वर जाण्याची चमत्कारिक गति त्यांस प्राप्त होते. याप्रमाणें वायूचे बुडबुडे पाण्यांतून एका मागून एक निघून फटकन पेटून कंकणाकृति एका मागून एक असे वर जाऊं लागले म्हणजे फार मौज दिसते.

हा प्रयोग फारच मौजेचा दिसतो. परंतु करणारानें फार जपलें पाहिजे. रिटार्टाचें तोंड पाण्यांत ठेवण्याविषयीं खबरदारी राखिली पाहिजे. वायूचे बुडबुडे वर येऊं लागले म्हणजे रिटार्टाचें तोंड जोरानें वर येतें. सर्व रिटार्ट पाण्यानें प्रथम भरावा हें अगदीं निर्भय होय. येणेंकरून आंत मुळींच हवा नसते, यास्तव आंत फास्फ्युरेटेड हैड्रोजन पेटण्याचा संभव राहात नाहीं.

या वायूचा बुडबुडा जर आक्सिजनानें किंवा हवेनें भरलेल्या हांडींत धरिला तर मोठा अवाज होऊन उत्कृष्ट प्रकाश पडतो.



प्रकरण २५.

सिलिकान.

चिन्ह—सि; सं. प्र. २८; वि. गु. २.४९.

(२७१) **व्याप्ति**—सिलिकान हा पदार्थ असंयुक्त स्थितींत पृथ्वीवर कोठें सांपडत नाहीं. आक्सिजनाशीं संयोग पावून सिलिका या रूपानें हा पृथ्वीच्या कवचांतील वरच्या थरांत पुष्कळ आढळतो. कांचमणी हा शुद्ध सिलिकेचा प्रकार आहे. याशिवाय सर्व प्रकारच्या गारा, समुद्रकिनाऱ्यावरील रेती, रेतीचे दगड, क्यालसिडोनी, ओपाल, फेल्स्पार (कुपेथर), आगेट (आकीक), त्रिपोली, जास्पर, ग्रानाइट, नीस इत्यादि पाषाणांत सिलिकान मुख्यत्वें करून असतो. याशिवाय नाना प्रकारचीं खडकें व मृत्तिका यांतही सिलिकेचे क्षार असतात. कार्बान हा जसा उद्भिज जातीमध्यें व्यापक आहे तसा सिलिकान हा खनिज जातीमध्यें व्यापक आहे.

(२७२) **कृति**—सिलिकान तीन स्थितींत उत्पन्न करितां येतो. अस्फटिकरूप, स्फटिकरूप, आणि ग्राफाइटरूप (शिसपेनेच्या दगडासारखा). (१) पोट्यासिअमाचा सिलिकोफ्लोराइड, पुष्कळ पोट्यासिअम धातूशीं उष्ण केला, म्हणजे अस्फटिक सिलिकानाचें मृदु, तांबूस आणि काळ्या रंगाचें चूर्ण मिळतें. यास धातूची चमक नसते. ही पूड हवेंत जळते व त्यापासून सिलिसिक आसिड (सिआ$_२$) हें उत्पन्न होतें. (२) लालभडक अल्युमिनम धातूवरून, सिसिलिक क्लोराइडाची वाफ जाऊं दिली, म्हणजे अल्युमिनम् धातूचा क्लोराइड बनून तो उडून जातो आणि सिलिकानाचे स्फटिक मिळतात. हे पारदर्शक आणि रक्तवर्ण असतात. यानें कांच कापते, आणि हिऱ्याचे दुसरे कित्येक धर्मही याचे आंगीं असतात. (३) प्लाटिनम् धातूच्या मुशींत अस्फटिकरूप सिलिकानाच्या काळसर पुडीस अतिशय आंच दिली म्हणजे ती आकुंचित होऊन ज्यास्त घट्ट व काळी होते. यासच ग्राफाइटरूप सिलिकान म्हणतात. ही पूड हवेंत किंवा आक्सिजनांत कितीही उष्ण केली तरी पेटत नाहीं. सल्फ्युरिक आसिडांत बुडण्याजोगी जड असते. शुद्ध हैड्रोफ्ल्युओरिक आसिडाचें यावर कार्य घडत नाहीं.

सिलिकान कोणत्याही रूपाचा असला तरी तो पाण्यांत विरघळत नाहीं, आणि त्यावर आसिडासारख्या पदार्थांचें कार्य घडत नाहीं. स्फटिक व अस्फटिकरूप सिलिकानावर हैड्रोफ्ल्युओरिक आसिडाचें कार्य घडतें. सिलिकान हा कांचेचा मुख्य घटक असल्यामुळेंच या आसिडानें कांचेवर खोदतां येतें.

(२७३) **सिलिका**---[सिलिसिक आसिड] सिआ२.--सिलिकान आक्सिजनाशीं संयोग पावून, सिलिका हा पदार्थ उत्पन्न होतो. हा पदार्थ स्फटिक आणि अस्फटिक अशा दोन्ही रूपांनीं सांपडतो. राकक्रिस्टल आणि कित्येक प्रकारचे कांचमणी हे शुद्ध सिलिका होत. यांच्या स्फटिकांच्या शिखरांवर सहा बाजू असलेले मनोरे असतात. अमीथिस्ट हा जांभळा कांचमणीच आहे. कांचमणी (क्वार्ट्झ) आक्सिहैड्रोजन दिव्यांत वितळविला म्हणजे निराकृति किंवा अस्फटिकरूप सिलिका तयार होते. आगेट (अकीक) आणि क्यालसिडोनी हे स्फटिक आणि अस्फटिक सिलिकांचीं मिश्रणें आहेत. साधारण काळी गार, क्यालसिडोनीचीच एक जाति आहे, व ही खडूच्या वरच्या थरांत मुख्यत्वें सांपडते. सर्व प्रकारच्या रेतींच्या दगडांचा सिलिका हा मुख्य घटक आहे. फेलस्पार आणि दुसरे कित्येक खनिज पदार्थ यांतही हा पदार्थ असतो.

शुद्ध स्फटिकरूप सिलिका रंगहीन व पारदर्शक असते. कठीणपणांत हिऱ्याच्या जवळ जवळ हा पदार्थ आहे. साधारण उष्णतेनें हा वितळत नाहीं. आक्सिहैड्रोजन दिव्यांत वितळविला तर याची पारदर्शक कांच बनते. सिलिका, पाण्यांत, किंवा हैड्रोफ्ल्युओरिक आसिडाशिवाय, इतर आसिडांत अविद्राव्य आहे. सिलिकेची पूड पांढऱ्या मातीसारखी दिसते.

(२७४) **कृति**--(१) पोट्यासिक कार्बोनेट आणि सोडिक कार्बोनेट (पापडखार) हे समभाग घेऊन त्यांचें मिश्रण अदमासें ५ तोळे एका चिकण मातीच्या मुशींत घालून लाल होईपर्यंत तापवावें. त्याचा रस झाल्यावर त्यांत काळ्या गारेची पूड किंवा समुद्रकांठची रेती सुमारें सव्वा तोळा ($1\frac{1}{4}$) मिळवावी. मिश्रण हळू हळू फसफसून त्यांतून कार्बानिक आसिड वायु निघून

जातो व सिलिका सावकाशपणें विरघळली जाते. याप्रमाणें पृथग्भवन बंद पडलें म्हणजे तो रस दगडी शिळेवर ओतावा. थंड झाल्यावर तो गोळा पाण्यांत भिजत घालावा, म्हणजे तो बहुतेक पाण्यांत विरघळेल. हा द्रव पोट्याश आणि सोडा यांच्या सिलिकेटांचें मिश्रण असून यांत आल्केलीचा पुष्कळ अंश असतो. या द्रवांतील थोडासा द्रव घेऊन त्यांत पुष्कळसें मंद हैद्रोक्लोरिकआसिड मिसळून तें मिश्रण उकडावें. म्हणजे सिलिकेचा चिकट बलख तळीं राहतो. हा आणखी वाळवून कोरडा केला म्हणजे त्याची मृत्तिके सारखी पूड बनते व ती आसिडांत विरघळत नाहीं. ही पूड पाण्यानें सडकून धुवावी; येणेंकरून हैद्रोक्लोरिक आसिडानें उत्पन्न झालेले विद्राव्य क्लोराइड पाण्याबरोबर निघून जाऊन शुद्ध सिलिका मिळते.

(२) गारेचे कांहीं तुकडे भट्टींत लाल होई पर्यंत सडकून तापवून पाण्यांत बुडवावे, म्हणजे ते पिठूळ होतात व त्यांची पूड सहज करितां येते. ही पूड हैद्रोक्लोरिक आसिडांत घालून नंतर पाण्यानें सडकून धुवावी म्हणजे बरीच शुद्ध सिलिका प्राप्त होते.

(२७५) **धर्म**--सिलिकेची बर्फासारखी पांढरी व खरखरीत पूड असते, ही पूड सडकून तापविली म्हणजे ती पाण्यांत, आसिडांत आणि बहुतेक इतर द्रवांत अविद्राव्य होते. भट्टीची कितीही कडक आंच दिली तरी सिलिकेचा रस होत नाहीं, परंतु आक्सि हैद्रोजननामक दिव्याच्या ज्योतींत सिलिका वितळवून तिची पारदर्शक कांच बनते. सिलिकेचें चूर्ण पाण्यांत अविद्राव्य असतें, परंतु सिलिकेचा चिकी सारखा एक प्रकार असतो तो पाण्यांत विद्राव्य असतो. यामुळें कित्येक खनिजोदकांत सिलिका विद्रुत झालेली पुष्कळ आढळते. आइसलंड बेटांतील उष्णोदकांच्या झऱ्यांत पुष्कळ सिलिका विद्रुत झालेली आढळली आहे. तें पाणी थंड झालें म्हणजे सिलिकेचा सांका तळीं बसतो. या पाण्यास रुचि नसते व यानें उद्भिज रंग ही बदलत नाहींत. हे दोन धर्म जरी इतर आसिडांसारखे सिलिसिक आसिडांत नाहींत, तरी उंच उष्णमानावर हें आसिड बेसांशीं त्वरित संयोग पावून, आपल्याहून अधिक चपल आसिडांची जागा घेऊं शकतें.

(२७६) सिलिका म्हणजे सिलिसिक आसिड हें बेसांशीं संयोग

पावून जे क्षार उत्पन्न होतात त्यांस सिलिकेट म्हणतात. खनिज पदार्थांत पुष्कळ पदार्थ सिलिकेट असतात. मृत्तिकेतलि सिलिका, धातूंच्या आक्साइडांशीं संयोग पावून ते सिलिकेट स्वभावतः बनतात. लोह, म्यांगनीज, अल्युमिनम्, क्यालसिअम, माग्नेशिअम, पोट्यासिअम आणि सोडिअम् यांचेच सिलिकेट विपुल आढळतात. कांच, चिनई माती व कुंभार माती हे कृत्रिम सिलिकेट होत. कुंभारी माती (क्ले) ही अल्युमिनम् धातूचा सिलिकेट होय. हिचीं खापरें कारितात. चिनी भांड्यांच्या मातींत याशिवाय चुना, पोट्याश, सोडा व सिलिका आणि बोऱ्यासिक व फास्फोरिक आसिड यांचे संयोगी पदार्थ हे असतात. चिनी भांड्याची माती शुभ्र पांढरी असते. ही माती फेलस्पार या नांवाच्या सिलिकेट दगडाचें पृथग्भवन होऊन उत्पन्न होते. या मातीस इंग्रजींत केओलीन म्हणतात. याविषयीं विशेष माहिती उत्तरार्धांत मृत्तिका प्रकरणीं येईल.

कांच—कांच हा कृत्रिम पदार्थ अनेक सिलिकेट मिश्र करून करितात. कांच दोन प्रकारची असते. एकींत सिलिकेचा अंश थोडा असून पोट्याश व सोडा यांचें प्रमाण ज्यास्त असतें. ह्या कांचेच्या आंगीं पाण्यांत विरघळण्याचा धर्म असतो; म्हणून तीस विद्राव्य कांच असें म्हणतात. दुसरी जी आपल्या रोजच्या पाहण्यांत येते, ती आसिडांत किंवा पाण्यांत विरघळत नाहीं. ह्या कांचेंत सिलिकेचा अंश ज्यास्त असून, दुसरेही सिलिकेट परस्पर संयुक्त झालेले असतात. यांत सोडिअम, पोट्यासिअम, क्यालसिअम, आणि शिसें यांचे सिलिकेट मुख्यत्वें असतात. या दुसऱ्या प्रकारच्या कांचेविषयीं विशेष वर्णन धातु प्रकरणीं येईलच. तथापि या अविद्राव्य कांचेचे मुख्य प्रकार व तिची घटना सांगून हें प्रकरण आटपतों.

आल्केली धातूंचे सिलिकेट पाण्यांत विद्राव्य असतात. परंतु त्यांचे स्फटिक बनत नाहींत. आल्केली मृत्तिकांचे सिलिकेट आसिडांत विद्राव्य असून त्यांचे स्फटिक बनतात. कांच पाण्यांत व आसिडांत अविद्राव्य असून अस्फटिकरूप असली पाहिजे. अशा प्रकारचा संयुक्त पदार्थ वरील दोन सिलिकेटांच्या मिश्रणापासून उत्पन्न होतो, व त्यासच कांच म्हणतात. तसेंच या मिश्र सिलिकेटांचा रस होऊन घट्ट गोळा

बनण्याच्या मध्यंतरीं त्यांच्या आंगीं एक प्रकारचा चिकटपणा येतो, त्या योगानें कांचेच्या भांड्यांस अल्पायासानें पाहिजे तो आकार देतां येतो. इतकेंही असून स्फाटिकरूप प्राप्त न होतां त्याच्या आंगीं पारदर्शकपणा राहतो. ज्या उपयोगाकरितां कांच करणें असेल त्या मानानें सिलिकेट भिन्न भिन्न प्रमाणांनीं मिश्र करावे लागतात. मुख्यत्वेंकरून चार प्रकारच्या कांचा हल्लीं करितात. त्यांची रसायनघटना व त्यांचे धर्म भिन्न असतात. कांच तयार करण्यास उत्कृष्ठ प्रकारचे शुद्ध पदार्थ मिळविणें अवश्यक आहे. सोड्याची कांच रंगहीन असते. चुना घातल्यानें कांचेस कठीणपणा व चकाकी विशेष येऊन विद्राव्यताही कमी होते.

(१) खिडक्यांची कांच (क्राउनग्लास आणि प्लेटग्लास). ही कांच सोडा व चुना यांच्या सिलिकेटांच्या मिश्रणापासून करितात. १०० भाग शुद्ध व शुभ्र रेती, ३५ किंवा ४० भाग सोड्याची राख (पापडखार), आणि ५० पासून १५० भागपर्यंत फुटक्या कांचांचा चूर, या प्रमाणांनीं हे पदार्थ मिश्र करून ही कांच करितात. प्लेटग्लास ज्यास म्हणतात ती कांच करण्यास हे पदार्थ भिन्न प्रमाणांनीं मिश्र करितात. ३०० भाग रेती, १०० भाग कोरडा शुद्ध पापडखार, ४३ भाग चुना, आणि ३०० भाग कांचेचा चुरा अशीं मिश्र करितात. हे पदार्थ चांगले मिश्र करून मुशींत घालून भट्टींत वितळवितात. नंतर एकेक पत्रा ओतण्यास जेवढा रस लागेल तेवढा रस तांब्याच्या पळ्यांनीं घेऊन ओतींव लोखंडी टेबलावर ओतितात. पत्र्याची जाडी पाहिजे असेल तेवढी कडा टेबलाच्या चोहोंकडून लाविलेली असते. नंतर सावकाश शीत करून (अनील) साफ गुळगुळीत व सपाट करितात. आरसे याच कांचेचे करितात.

(२) शिशांची कांच—हिरवे व काळे शिसे बाजारांत विकतात, त्यांच्या कांचेंत सिलकेचा अंश थोडा असून इतर पदार्थ शुद्ध नसतात. सोडा, चुना, अल्युमिना, लोखंड आणि मग्निशिअम यांच्या सिलिकेटांच्या मिश्रणाची ही कांच करितात. १०० मापें रेती, ८० मापें पापडखार (याच्या जागीं बहुधा साबूच्या कारखान्यांत पापडखाराची भेळ पडते तिचा उपयोग करितात.), ८० मापें चुना, ५ मापें

चिकण माती आणि ३ मापें सैंधव या प्रमाणांनीं पदार्थ मिश्र करितात. यांचा चांगला रस करून लाल भडक केलेल्या लोखंडी नळीचें टोंक रसांत बुडवून, व त्यांत वाटोळें पुष्कळ वेळ फिरवून, शिसा होण्या पुरता गोळा जमला, म्हणजे नळी बाहेर काढून ओतींव लोखंडी पत्र्यावर फिरवितात, आणि नळीच्या टोंकाशीं गोलदार गोळा जमवितात. नंतर ज्या आकाराचा शिसा करणें असेल तसल्या आकाराच्या पितळेच्या किंवा ओतींव लोखंडी सांच्यांत नळीचें शेवट घालून फुंकतात आणि साच्यांचीं दोन भकलें काढून शिसा सावकाश थंड करितात. हिंदु लोकांच्या बांगड्या याच कांचेच्या असतात.

(३) **बोहिमिअन ग्लास**—या जातीची कांच फार प्राचीन कालापासून बोहिमिया प्रांतांत करीत आहेत. ही कांच अतिशय कठीण आणि अविद्राव्य आहे. इला नाद असून पोलादेच्या तुकड्यानें यावर विस्तव सुद्धां कधीं कधीं पाडितां येतो. १००भाग शुद्ध सिलिका, १२ भाग चुना, आणि २८ भाग पोट्यासिअमचा कार्बोनेट, याप्रमाणांनीं हे पदार्थ मिश्रण करून ही कांच करितात. रस लवकर होण्याकरितां बोरेसिक आसिडही मिळवितात. उत्कृष्ट सिलिके करितां कांचमणी भाजून लाल भडक झाल्यावर त्यांस पाण्यांत बुडवितात आणि कुटून त्यांची पूड करितात. या कांचेकरितां बहुतेक संगमरवरी दगडांचा चुना, किंवा त्या जातीचा दुसरा उंची चुना घेतात. रसायनशाळेंत बहुतेक याच कांचेचीं भांडीं लागतात.

(४) **गारेची कांच**—युरोपिअन लोक घरांत ज्या कांचेच्या भांड्यांचा उपयोग करितात तीं सर्व गारेच्या कांचेचीं केलेलीं असतात. या कांचेंत पोटयासिअम आणि शिसें यांचे सिलिकेट असतात. ३०० भाग शुभ्र रेती किंवा गारेची पूड, २०० भाग शेंदूर (शिशाचा परआक्साइड), १०० भाग शुद्ध केलेली पर्लआश (कार्बोनेट आफ पोटयाश) आणि ३० भाग सोरा, अशीं द्रव्यें एकत्र आटवून ही कांच करितात. रेती जशी पांढरी शुभ्र असेल त्याप्रमाणें ही कांच रंगहीन व निवळ होते. शुभ्र गार मिळाल्यास फार चांगलें. या प्रकारच्या गारा या देशांत पुष्कळ ठिकाणीं हव्या तेवढ्या मिळतात. शुभ्र गार न मिळाली तर, शुभ्र रेती जाळून, चाळून आणि स्वच्छ

धुऊन घेतात. **पर्लआश्** लांकडाच्या रक्षेपासून तयार करितात. पोटयाशानें शुभ्र कांच होतें; व शेंदुरानें कांच अधिक जड आणि विद्राव्य होऊन तिच्या आंगीं प्रकाशाचें वक्रीकरण आणि प्रवर्तन करण्याची विशेष शक्ति येते. याशिवाय शिशानें कांचेला विशेष तेज येतें. परंतु शिशामुळें कांच मृदु होऊन लवकर विटते, आणि आल्केलीच्या द्रवानें डाग पडतात. या कांचेचीं भांडीं, शिसे करितात त्या रीतीनें बहुतेक करितात. याच कांचेचीं दृग्यंत्रेंही करितात. लेन्सें वगैरे करितां कांच करण्यास उत्कृष्ट पदार्थ लागतात.

रंगित कांच—कांच वितळविली म्हणजे तिच्या रसांत धातूंचे आक्साइड विरघळतात, आणि त्यांचे रंग कांचेस प्राप्त होतात. येणेंकरून कांचेची पारदर्शकता जात नाहीं. यास्तव कोणत्याही रंगाची कांच करणें झाल्यास ज्या रंगाची अपेक्षा असेल, त्याप्रमाणें विवक्षित आक्साइड कांचेच्या रसांत विरघळवितात. कोबाल्टचा आक्साइड घातला, म्हणजे उत्कृष्ठ निळी कांच होते. म्यांगनीज धातूच्या आक्साइडानें किरमिजी रंग येतो. युरेनिअमधातूनें पिंवळा, लोखंडाच्या आक्साइडानें हिरवा इ०.

कांचेचे धर्म—चांगल्या तयार केलेल्या कांचेवर, हैड्रोफ्लुओरिक आसिडाशिवाय, इतर कोणत्याही आसिडाचें, किंवा आसिडांच्या मिश्रणाचें कांहीं कार्य होत नाहीं. कांच पाण्यांत अगदींच अविद्राव्य आहे असें नाहीं. बराच काळ जर पाण्यांत, किंवा ओलसर जमिनींत, कांच राहूं दिली, तर तिचें सावकाश पृथग्भवन होतें. हळदीच्या पाण्यांत भिजविलेल्या ओल्या कागदावर जर कांचेची बारीक पूड कांहीं वेळ राहूं दिली, तर पाण्यानें कांचेचें बरेंच पृथग्भवन होऊन, कागदाचा तपकिरी रंग करण्यापुरती आल्केली उत्पन्न होते. कांचेचीं भांडीं लाल भडक असतां जर हवेंत त्वरित थंड होऊं दिलीं तर तीं अगदीं ठिसूळ होऊन लवकर फुटतात. कारण बाहेरील बाजू सीत होऊन आकुंचित होते, आणि आंतील बाजू उष्णतेनें प्रसृत राहते, आणि जसें सर्व भांडें थंड होत जातें, तसें बाहेरील शीत कवचास, त्याच्या संन्निधच कांचेचे अणु प्रसृतावस्थेंतच चिकटून राहतात. यास्तव यत्किंचित् धक्का बसला, किंवा थंड जाग्यांतून उष्ण जाग्यांत नेलें,

तर लागलेंच अशा रीतीनें थंड केलेलें भांडें फुटतें. याकरितां कांचेचीं भांडीं उष्णतेनें लाल भडक केलेल्या धातूच्या खोलींत ठेवून खोली बरोबर सावकाश शीत करितात. यास इंग्रज लोक अनील् करणें असें म्हणतात. येणेंकरून कांचेचे सर्व घटकअणु एकदांच थंड होतात. आणि परस्पर समावस्थेंत येतात. यामुळें फुटण्याचें भय बरेंच कमी होतें. हल्लीं नुकतीच **फ्रान्स** देशांत एका विद्वानानें चिवट आणि टणक अशी कांच करण्याची फार चांगली युक्ति शोधून काढिली आहे. त्याणें असा एक रांधा केला आहे कीं, कांचेचें भांडें फुंकून तयार झालें, म्हणजे त्या रांध्यांत बुडवून हवेंतच थंड होऊं द्यावें. म्हणजे तें इतकें घट्ट होतें कीं दोन मजल्यावरून म्हणजे १३।१४ फूट उंचीवरून टाकिलें तरी फुटत नाहीं. रांध्यांत बुडविल्यानें कांचेची पारदर्शकता व चकाकी कमी होत नाहीं. सावकाश शीत करण्याचे श्रम व खर्च वांचतात. रांधा कशाचा आहे हें त्याणें अद्यापि प्रसिद्ध केलें नाहीं. परंतु तो आपल्या कारखान्यांत अशा प्रकारचीं भांडीं करून पुष्कळ विकतो. याचा दुसरा गुण असा आहे कीं याच्या तुकड्यांस अणकुचीदार टोंकें नसतात, म्हणून याच्या तुकड्यांनीं हात कापण्याचेंही भय नाहीं. या टणक कांचेचें भांडें एकदां थोडेंसें दुखावलें म्हणजे मात्र सर्व भांड्याचें रेती सारखें बारीक चूर्ण होतें. म्हणून यांच्या तुकड्यांस टोंकें रहात नाहींत. ही टणक कांच जुन्या कांचेप्रमाणें स्वस्थ विकूं लागली म्हणजे लोकांचें फार हित होईल.

सिलिसिकफ्ल्युओराइड—(सिफ्ल्यु४)—सिलिका किंवा सिलिकेपासून झालेले कांच वगैरे पदार्थ यांचा हैद्रोफ्ल्युओरिक आसिडाशीं संयोग झाला म्हणजे सिलिसिक फ्ल्युओराइड हा पदार्थ उत्पन्न होतो. हा पदार्थ तयार करणें झाल्यास, फ्ल्युअरस्पार या नांवाच्या खड्याची पूड तीन किंवा चार मासे घेऊन, त्यांत तितक्याच वजनाची कांचेची पूड, किंवा समुद्रकांठची रेती मिसळावी. ज्यास वायुवाहक नळी बुचांतून बसविली आहे असें फ्लास्क घेऊन त्यांत वरील मिश्रण घालावें, आणि त्यावर सुमारें ३० मासे गंधकाम्ल ओतून बुच घट्ट बसवावें. वायुवाहक नळीचें तोंड खालीं असावें. नंतर फ्लास्कास सूक्ष्म उष्णता लावावी. म्हणजे गंधकाम्लाचें फ्ल्युअरस्पारवर कार्य घडून हैद्रोफ्ल्युओरिक आसिड उत्पन्न होतें.

या आसिडाचें कांचेंतल्या सिलिकेवर कार्य होऊन सिलिसिक फ्ल्युओराइड हा वायु अति धुरकट रूपानें निघतो. हा वायु पोटांत जाऊं देऊं नये; कारण यापासून अति दाह उत्पन्न होऊन खोकला येतो. हा वायु कोरडा असला म्हणजे रंगहीन आणि पारदर्शक असतो. आर्द्र हवेंत येत असल्यामुळें धुरकट दिसतो. कांचेवर हैद्रोफ्ल्युओरिक आसिड घातल्यानें कांचेंतील सिलिकेशीं आसिड संयोग पावून हाच पदार्थ उत्पन्न होतो व कांच खोदली जाते. पृथग्भवन क्रिया खालील सारणींत दाखविली आहे.

$$२ कयाफ्ल्यु_२ + २ है_२गआ_४ + सिआ_२ = सिफ्ल्यु_४ + २कयागआ_४ + २है_२आ.$$

पाण्याचें कार्य आसिडावर विलक्षण घडतें. वायु वाहक नळीचें खालचें तोंड पाण्यानें भरलेल्या कांचेच्या पेल्यांत बुडवावें. परंतु नळीचें शेवट पाण्यास लागूं देऊं नये. कारण तेणेंकरून तेथें सिलिका उत्पन्न होऊन नळीचें तोंड बंद झालें तर कांचपात्र फुटेल. याकरितां पेल्यांत थोडासा पारा घालून वर पाणी घालावें, आणि नळीचें तोंड पाऱ्यांत बुडवावें. (आ. १०१ पहा) असें केल्यावर वायूचे बुडबुडे जसजसे पाऱ्यांतून पाण्यांत शिरतात तसे ते पृथग्भूत होऊन त्यांस सिलिकेचें शुभ्र आणि अपारदर्शक असें वेष्टण प्राप्त होतें. तें कधीं कधीं सुंदर गोलाकृति किंवा नलिकाकृति दिसतें. असें कांहीं वेळ चालूं दिलें म्हणजे पेल्यांतल्या पाण्याचा चिकट थलथलीत बलख बनतो. हा बलख तागाच्या कपड्यांत घालून पिळला म्हणजे सिलिकेचा हैद्रेट वेगळा होऊन जो द्रव खालीं पडतो त्यांत **हैद्रोफ्ल्युओसिलिक आसिड** असतें. हें आसिड जलमिश्रित हैद्रोफ्ल्युओरिक आसिडांत सिलिका वितळवून ही सहज तयार करितां येतें. जी क्रिया घडते ती खालीं चिन्हांनीं दाखविली आहे.

$$३सिफ्ल्यु_४ + है_२ आ = सिआ_२ + २ (२ हैफ्ल्यु, सिफ्ल्यु_४).$$

याचा तीक्ष्ण द्रव आंबट व सधूम्र असतो. याच्या द्रवाचें कांचेवर कार्य घडत नाहीं. परंतु तो कांचेवर आटूं दिला तर सिलिसिकफ्ल्युओराइड (सिफ्ल्यु$_४$) उडून जाऊन हैद्रोफ्ल्युओरिक आसिड मागें राहतें व त्याचें कार्य कांचेवर घडतें; आणि सिलिसिकफ्ल्युओराइड

आणि पाणी हे पदार्थ उत्पन्न होतात. आल्केलींच्या क्षारांच्या द्रवांत सिलिसिकफ्ल्युओराइडाचा द्रव मिळविला तर चिकट (जेलीसारखा) सांका बसतो. म्हणून हें आसिड पोव्याशाची परीक्षा करण्यास फार उपयोगीं पडतें. बेरिअमच्या क्षारांत या आसिडानें पांढरा व स्फटिकरूप सांका बसतो.

सिलिकान, क्लोरिन व ब्रोमीन यांशीं संयोग पावून सिलिसिकक्लोराइड (सिक्लो४) आणि सिलिसिक ब्रोमाइड (सिब्रो४) हे पदार्थ उत्पन्न होतात. हे दोनही चपल असून पाण्यानें पृथग्भूत होतात. हैड्रोजनाशीं सिलिकान संयोग पावून सिलिसिक हैड्राइड (सिहै४) हा चमत्कारिक पदार्थ उत्पन्न होतो. हा पदार्थ हवेंत सोडला कीं, आपोआप पेटतो.

बोरान.

चिन्ह—बो; सं. प्र. ११.

व्याप्ति—बोरान हा सृष्टींत फार थोडया जागीं सांपडतो. आक्सिजनाशीं संयोग पावून बोऱ्यासिक आसिडाच्या रूपानें (बो२ आ३) टस्कनी देशांत व इतर ज्वालामुखी पर्वत असलेल्या प्रदेशांत हा पदार्थ आढळतो. तसेंच सोडयाशीं संयोग पावून टाकणखाराच्या रूपानें तिबेट, चीन आणि क्यालिफोर्निआ या देशांत सांपडतो.

कृति—बोरेसिक आसिड ९ भाग आणि सोडिअम धातु २ भाग अशीं लाल भडक केलेल्या लोखंडी मुशींत घालून, त्यांवर ३ भाग शुद्ध मिठाच्या भरड पुडीचें आच्छादन घालावें. म्हणजे रसायनकार्यें परस्परांवर घडून सर्वांचा रस होतो. नंतर एका खोलगट उभ्या पंचपात्रांत पाणी भरून त्यांत थोडेंसें हैड्रोक्लोरिक आसिड घालावें. या खोलगट पात्रांतील पाण्यांत वरील कढत द्रव ओतावा. म्हणजे सर्व दुसरे पदार्थ पाण्यांत विद्रुत होऊन बोरान तळीं बसतो. तो हिरवट तांबूस रंगाचा चूर्णरूप असतो. आल्युमिनम धातूशीं मुशींत बोरेसिक आसिड उष्ण केलें म्हणजे बोरानाचे हिऱ्यासारखे स्फटिक मिळतात व ते हिऱ्यासारखे पारदर्शक व कठीणही असतात.

बोरेसिक आसिड (बो२ आ३)–बोरान **आक्सिजनाशीं** संयोग पावून हा एकच त्याचा आक्साइड बनतो. **टस्कनी** देशांतील **मारेमा** प्रांतांत हा असंयुक्त स्थितींत पुष्कळ सांपडतो. हें आसिड कृत्रिम रीतीनें टांकणखारापासून करितां येतें. सुमारें ४० मासे टाकणखार त्याच्या चौपट वजनाच्या आधणाच्या पाण्यांत विरघळवावा. १० मासे गंधकाम्लांत तितक्याच आकाराचें पाणी मिसळून तें मिश्रण वरील कढत द्रवांत मिळवावें. आसिडाचें टांकणखारावर कार्य घडून सोडिक सल्फेट उत्पन्न होतो. तो विद्राव्य असल्यामुळें पाण्यांत विद्रुत राहतो. आणि द्रव जसा थंड होतो, तसे अविद्राव्य बोरेसिक आसिडाचे मोत्यांसारखे शुभ्र स्फटिक तळीं बसतात.

बोरेसिक आसिड उष्ण केलें म्हणजे वितळतें आणि पुनः थंड केल्यावर त्याची पारदर्शक व रंगहीन कांच बनते. या आसिडास किंचित् आंबट रुचि असते. यानें उद्भिज्ज निळे रंग चांगले लाल होत नाहींत. परंतु कांहींसे जांभळे होतात. हा पदार्थ आल्कोहोलांत विद्राव्य आहे.

प्रयोग १६८—पूर्वीं तयार केलेल्या बोरेसिक आसिडाचे कांहीं स्फटिक टिपण्याच्या कागदांत घालून कोरडे करावे. नंतर त्यांस प्लाटिनम धातूच्या पत्र्यावर ठेवून मद्यार्काच्या दिव्यावर ते उष्ण करावे. म्हणजे पाणी निघून जाऊन बाकीचा पदार्थ वितळतो. तो थंड केला म्हणजे त्याची कांच बनते.

प्रयोग १६९—चमचाभर आल्कोहोल एका बशींत घालून त्यांत बोरेसिक आसिडाचे कांहीं स्फटिक विरघळवावे; नंतर मद्यार्क पेटवावा. म्हणजे उत्कृष्ट हिरवी ज्योत उत्पन्न होते. टांकणखाराचा खडा गंधकाम्लांत भिजवून आल्कोहोलांत विरघळविला, आणि पेटविला, तरी ही याच प्रकारची हिरवी ज्योत उत्पन्न होते.

प्रयोग १७०—टांकणखाराच्या द्रवांत थोडेंसें हैड्रोक्लोरिक आसिड घालावें. या मिश्र द्रवांत हळदीनें पिंवळा केलेला कागद भिजवून वाळवावा. म्हणजे तो गडद तांबडा होतो.

टांकणखार—(बोऱ्याक्स) (सो२बो४आ७+१०है२आ.) हा क्षार फार महत्वाचा व उपयोगाचा आहे. तिबेटांतील कांहीं सरोवरांचें

पाणी आटवून हा क्षार करितात. याची विकट घटना त्याच्या सारणीवरून स्पष्ट आहे. टस्कनी देशांत बोरेसिक आसिडापासून ही हा क्षार करितात. याला कांहींसे आल्केलीचे धर्म असतात. आपल्या बारापट वजनाच्या थंड पाण्यांत टांकणखार विरघळतो. हा उष्ण केला म्हणजे त्याची लाही होऊन त्यांतील पाण्याचा अंश उडून जातो, आणि आणखी उष्ण केला म्हणजे ती लाही वितळून त्याची पारदर्शक कांच बनते. या कांचेच्या आंगीं धातूंचे आक्साइड विरघळविण्याची मोठी शक्ति आहे. यापासून उत्पन्न झालेल्या मण्यास धातुविशिष्ट रंगही प्राप्त होतात. यास्तव धातूंच्या आक्साइडांची परीक्षा करण्यास टाकण खाराचा उपयोग होतो. या करितां टांकणखाराचा खडा प्लाटिनम धातूच्या तारेच्या टोकास अडकवून, त्याची लाही होऊन कांच बनें पर्यंत तो उष्ण करावा. आणि नंतर ज्या आक्साइडाची परीक्षा करणें असेल, त्याच्या द्रवांत ती लाही बुडवून फुकनळीच्या जोतींत धरावी. म्हणजे त्यांचा संयोग होऊन ज्या रंगाचा मणी बनतो त्यावरून आक्साइड ओळखितां येतो. धातूंचे आक्साइड विरघळविण्याच्या याच्या या धर्मावरूनच डांक घालतांना, म्हणजे दोन भिन्न धातु एकत्र जोडते वेळीं, धातूंच्या पृष्टभागांवर टांकणखाराची पूड पसरतात. येणेंकरून उष्णता लाविल्यावर टांकणखार व धातु वितळतात आणि धातूंवर जो त्यांच्या आक्साइडांचा पटल जमतो, तो टांकणखार नाहींसा करून धातूंचा संगम होण्यास त्यांचे पृष्टभाग स्वच्छ ठेवितो. धातूंचा वगैरे रस त्वरित करण्याकरितां व सोनें व रुपें शुद्ध करण्याकरितां याचा उपयोग करितात. मिना तयार करितांना तो ज्यास्त विद्राव्य होण्याकरितां त्यांत टांकणखार घालितात. तसेंच चिनी भांड्यांवर रंग पक्के करण्यासही याचा उपयोग होतो. रसायन शालेंत याचा मुख्य उपयोग धातूंची परीक्षा करण्यास होतो; त्याविषयीं कांहीं प्रयोग खालीं सांगतो.

प्रयोग १७१—प्लाटिनम धातूच्या तारेचा तुकडा अदमासें चार इंच लांब घेऊन, तिचें एक टोंक वळवून आंकडा करावा. तार मद्यार्काच्या दिव्यावर लाल करावी, आणि टांकणखाराच्या वाटाण्याच्या डाळी एवढ्या तुकड्यास लाल आंकडा लावावा, म्हणजे तो तुकडा आंकड्यास चिकटेल. नंतर मद्यार्काच्या दिव्याच्या ज्योतींत फुकनळीनें फुंकून

ज्योतींत तो आंकडा धरावा म्हणजे टांकणखाराची लाही होऊन तो वितळेल, व त्याचा कांचे सारखा मणी बनेल.

प्रयोग १७२—हा मणी कोबाल्टाच्या नैत्रेटाच्या द्रवांत भिजवून उष्ण केला, तर निळ्या रंगाचा मणी बनतो. म्यांगनीज धातूच्या आक्साइडाच्या द्रवांत भिजविला तर आबाशाई रंगाचा मणी बनतो. क्रोमिअम धातूचा क्षार घेतला तर मण्याचा रंग हिरवा होतो. आणि तांब्याचा किंवा सोन्याचा आक्साइड घेतला तर मण्याचा रंग तांबडा होतो.



या पुस्तकांतील विषय शिकण्यास किंवा शिकविण्यास जीं पात्रें, यंत्रें, व इतर सामान लागेल त्यांची किंमतीसह याद.

(ग्रिफिन आणि को, व येट्स आणि को यांच्या यादींतील किंमती दिल्या आहेत.)

नांवें.	किंमती. रु० आ० पै०.
१ खलबत्ता (पांच इंच व्यासाचा व १० अंस पाणी मावण्याजोगा) (Morter with Pestle.) आ. १०३	१— ०— ०
२ परीक्षा नळ्या व कुप्या स्वच्छ करण्याचे ब्रश (२) [Test tube brushes.] आ. १०४	०— ४— ०
बुचांस भोंके पाडण्याचा गंज [set of Corkborers.)	१— ६— ०
* बुचें दाबण्याचें यंत्र (Cork squeezer)	१— ०— ०
* पदार्थ वितळविण्याकरतां लोखंडी पळ्या (२) ..	०—१०— ०
लवचिक सुरी [Steel spatula.]	०— ८— ०
* कांचेचे चमचे (२) (Small glass spoons.) आ. १०५	०— ४— ०
* टोकें वाकविलेला कात्रीसारखा चिमटा (Charcoal tongs with bent points.) आ. १०६ ..	०—१२— ०
रिटार्टाच्या बैठकी पूर्ण तीन प्रकारच्या, आकृति २७ पहा. (Iron retort stands.)	६— ६— ०
परीक्षा नळ्या धरण्याचे आंकडे तीन (Tube clips.) आ. १०७	०—१२— ०
* नळ्या पाहिजे तशा धरण्याची लांकडी बैठक (आ. ९)	१— ०— ०
परीक्षा नळ्या ठेवण्याची लांकडी बैठक १२ भोंकांची (Test tube stand.) आ. १०८	१— ०— ०
उत्कृष्ट प्रतीचा ताजवा	८— ०— ०

अर्ध्या ग्रेनापासून ६०० ग्रेनापर्यंत वजनाचे तुकडे ..	४-	०-	०
एक, दोन व १० अंस मापण्याचीं कांचेचीं मापें (३) आ. १०९	१-	१२-	०
रसायनोपयोगी उष्णमापक (६०० फया.)	२-	४-	०
सेंटिग्रेड अंशाचे सदर	२-	०-	०
मद्यार्काचे दिवे (३) आकृति २६	१-	८-	०
फुकनळ्या (२) आ. ७५	१-	८-	०
एकांत एक असलेल्या ८ कांचेच्या पंचपात्रांचा गंज (Set of 8 beakers) आ. ११०	३-	४-	०
कांचेच्या परीक्षा नळ्या पांच आकाराच्या, ५ डझन (Test tubes 5 doz.) (आकृति २५) ..	१-	१०-	०
परीक्षा करण्याचे बैठे कांचेचे पेले (१२) (Test glasses on foot) आ. ११२	१-	१२-	०
परीक्षा करण्याच्या कागदाचीं बुकें तीन (निळें, पिंवळें व तांबडें) (Test paper books three.) ..	०-	४-	०
उथळ मातीच्या बशा तीन (९×७, ९×८, १५×२१ इंच) (Shallow Trays)	३-	८-	०
कांचेच्या गळण्या २, ३ व ६ इंच व्यासाच्या १२ (Glass funnels) आ. ११३	१-	८-	०
सदर गळण्यांत बसण्याजोगे गाळण्याचे कागद ३०० (Filter papers)	१-	२-	०
बांकड्या कांचेच्या नळ्या २ (Syphons)	०-	६-	०
१० औंस पाणी राहण्याजोगे कांचेचे बारा चंबू (10 oz. glass flasks) आ. २४	२-	०-	०
८ औंसाच्या कांचेचीं बुचें असलेल्या कुप्या (१२) (Stoppered bottles)	३-	०-	०
४ अंसाच्या सदर प्रकारच्या १२	२-	८-	०
१६ अंसाच्या सदर प्रकारच्या ६	२-	८-	०
वायुपात्र (Puematic Trough) आ. ११	४-	०-	०
वायुधारक १८ इंच उंच व १०½ व्यासाचें १५००			

घन इंच वायु राहण्याजोगें (आ. २०) (Gas Holder) १४– ०– ०

* वायुधारक मातीचें लहान (आ. २२) ५– ०– ०

मातीचें वायुपात्र (आ. ३६) १–१२– ०

८ अंसाचे कांचेचे रिटार्ट सहा (Glass Retorts) आ. ६ .. .. १– ८– ०

यांचे कांचेचे ग्राहक ३ (Receivers) आ. ५४ .. ०– ८– ०

कांचेचे थोरले दुसऱ्या प्रकारचे रिटार्ट ६ (आ. २३) ३– ०– ०

यांचे ग्राहक ३ .. .. ३– ०– ०

कांच कांपण्याचे कानस २ .. .. .. ० .. .. २–१४– ०

गोल कानस १ .. .. ०– ६– ०

कांचेचे भरीव दांडे (१२) (Glass stirring Rods) १–१३– ०

दोहों तोंडांनीं उघड्या अशा बुचांसह हांड्या दोन ५×७ (Detlagrating Jars) आ. १४ .. ३– ०– ०

एका तोंडानें उघड्या अशा घंटाकृति दोन हांड्या ८×७, ११×७ (Bell Receiveres) आ. ६६ ४– ४– ०

* आक्सिजनांत फास्फरस जाळण्याचे दोन गोल, ८×९ (Large glass globes) आ. १७ व ३३. .. .. ३– ०– ०

बैठकीवर बसविलेलें निरांजन (Metal cup on iron foot) आ. ३२ .. .. ०–१२– ०

मातीची रुंद व उथळ बशी सदर प्रयोगाकरतां (Flat earthern ware pan 12 in. in dia.) ०–१२– ०

गंधक जाळण्याचा लोखंडी चमचा (Deflagrating spoon of iron wire) आ. २९ .. .. .. ०– ३– ०

आक्सिजन तयार करण्याचा पितळेचा रिटार्ट (आ. ७ १–१२– ०

दोन तोंडाच्या कुप्या (३० अंसाच्या) २ (Two necked bottles) आ. ४३ .. .. १– ८– ०

सदर .. .. .. (४० अंसाच्या) दोन १–१२– ०

तीन तोंडाच्या कुप्या ३० अंसाच्या दोन (आ. ८२)	३-१२- ०
* हैड्रोजन तयार करण्याच्या कुप्या दोन (आ. ३९, ५२)	२- ०- ०
* यांच्या वाहक नळ्या व गळण्या	२- ८- ०
गळण्या असलेल्या बारीक नळ्या १० (Thistle funnels)	१- ४- ०
हैड्रोजनानें भरण्याची विमानें तीन (आ. ४६) (Hydrogen balloons)	१-१२- ०
*हैड्रोजनाचा आयता दिवा	४- ०- ०
हैड्रोजनाच्या ज्योतीपासून गीत काढण्याच्या नळ्या दोन (आ. ४९)	०-१२- ०
हैड्रोजनाचे बुडबुडे उडविण्याची पितळेची नळी (आ. ४४ व ७१)	०- ४- ०
वायु ठेवण्याची पिशवी (Gasbag)	६- ०- ०
दुसरी लहान पिशवी	१- ०- ०
* तांब्याच्या आक्साइडांतून तांबें काढण्याचें यंत्र (Oxide of copper apparatus) आ. ५२	१- ४- ०
या यंत्राच्या आणखी दोन नळ्या (आ. ४०) ..	१- ०- ०
अनेक आकाराच्या कांचेच्या नळ्या पांच पौंड भार ..	३-१२- ०
कांचेचे वाटोळे तुकडे बारा	०- ८- ०
मद्यार्काच्या दिव्याची वात ६ वार	०- ८- ०
गळण्याच्या लांकडी बैठकी तीन (आ. ११४).. ..	१ ८- ०
निरनिराळ्या आकाराचीं बुचें	२- ८- ०
रबराच्या निरनिराळ्या आकाराच्या नळ्या	३- ०- ०
युडियामेटर (आ. ५८)	२-१२—०
* पितळेचीं टोपणें बसविलेल्या दोन हांड्या, आ. ७० क. (Two glass Jars with brass cups)	५- ०- ०
* आकृति १८ यांतील प्रयोगाचीं यंत्रें	७- ८- ०
वांकड्या हैड्रोजन शुद्ध करण्याच्या नळ्या ४. आ. ३९	१-१२- ०
* आ. ३७ यांतील प्रयोग करण्याचें यंत्र	२१- ०—०

* आ. ९७ यांतील प्रयोगाचें यंत्र	१०— ०— ०
व्हारलेचें विद्युज्जनक यंत्र [Varley's electric Machine]	२— ४— ०
ग्रव्हची चार चक्रांची ब्याटरी (Grove's galvanic battery 4 cells)	२०— ०— ०
* युरचा युडियामेटर (आ. ६७)	३— ०— ०
तारांच्या जाळीचे तुकडे ३	१— ८— ०
पाणी शुद्ध करण्याचें भांडें (आ. ५५)	१३— ०— ०
* बुचांसह दोन द्रव वेगळे करण्याचे ग्राहक दोन [Separating Receivers] आ. ९०	४— ८— ०
छेद पाडलेल्या नळ्या (२) आ. १६ (gratuated Gas Tubes)	६— ०— ०
पाण्याचें पृथक्करण करण्याचा पेला व नळ्या (Decom-position apparatus)	१०— ०— ०
	२५६—१४ —०

ज्या नांवांवर फुल्या आहेत तीं यंत्रें अगदीं अवश्यच आहेत असें नाहीं. एक वेळच प्रयोग करून पाहणें असल्यास प्रत्येक जातीचे यादींतल्याप्रमाणें अनेक नग घेण्याचें कारण नाहीं. याप्रमाणें सुमारें १००।१२५ रुपयांची वजा जातां १२५।१५० रुपयांत अवश्य तितक्या यंत्रांचा संग्रह होण्याजोगा आहे. लहान सहान प्रयोग करून पाहण्यास **छोटी रसायनशाला** (आ. १०२) या नांवाची पेटी २७ रुपयांस मिळते ती घेतल्यास बस होईल.

प्रयोगांस व कृतींस लागणारे रासायनिक पदार्थ.

सल्फ्युरिक आसिड (व्यापारी)	८ पौंड
,, ,, शुद्ध	२ ,,
नैत्रिक आसिड (व्यापारी)	८ ,,
,, ,, शुद्ध	२ ,,
हैड्रोक्लारिक आसिड (व्यापारी)	६ ,,

,, ,, शुद्ध	२	,,
आक्झेलिक आसिड	४	औंस
टार्टेरिक आसिड	१	पौंड
अमोनिया (सजल)	८	,,
म्यांगनीज धातूचा काळा आक्साइड	५	,,
तांब्याचा काळा आक्साइड	४	औंस
क्यालसिअम क्लोराइड	२	पौंड
पोट्यासिअम क्लोरेट	६	,,
,, आयोडाइड	१	,,
,, ब्रोमाइड	१	,,
,, फेरोसायनाइड	१	,,
,, नैत्रेट (सोरा)	३	,,
,, कार्बोनेट (पापडखार)	१	,,
,, बायकार्बोनेट	२	,,
कास्टिक सोडा	१	,,
,, पोटयाश	१	,,
लिटसाचा काढा	१½	ग्यालन
रेक्टिफाइड स्पिरिट	½	,,
मेथिलेटेड स्पिरिट	१	,,
आल्कोहोल	२	पौंड.
ईथर	१	,,
पाऱ्याचा आक्साइड	४	औंस.
आयोडीन	८	,,
फास्फरस	१	पौंड.
तांबडा फास्फरस	४	औंस
शुभ्र करण्याची पूड	३	पौंड.
गंधक	१	,,
फ्ल्युअरस्पार	१	,,
मोरचुद	१	,,
नवसागर	४	,,

